Hinweis zu den Modulhandbüchern der Mathematik-Studiengänge:

Die Verwendbarkeit der angebotenen Veranstaltungen in den verschiedenen Studiengängen und Modulen und die jeweiligen Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen sind semesterweise in der „aktuellen Ergänzung" der Modulhandbücher festgelegt.

Sie finden diese aktuellen Ergänzungen hier:

https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/studiengaenge/modulhandbuecher.html

Modulhandbuch und Studienplan für den Master-of-Science-Studiengang Mathematik

(nach den fachspezifischen Bestimmungen von 2014)

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Mathematisches Institut
Fakultät für Mathematik und Physik

Vorbemerkung

Auf den folgenden Seiten gibt zunächst Abschnitt 1 einen Überblick über den Aufbau des Master-of-Science-Studiengangs „Mathematik“ nach den ab 1. Oktober 2014 geltenden Bestimmungen. In Abschnitt 2 (ab Seite 12) folgen die Modulbeschreibungen. Bitte beachten Sie dazu die Hinweise ab Seite 9. Schließlich sind im Abschnitt 3 (ab Seite 84) typische Studienverläufe in den einzelnen Schwerpunktgebieten dargestellt.

Bitte beachten Sie: Das Modulhandbuch enthält auch Angaben über den Ablauf von Prüfungen. Rechtsverbindlich ist jedoch allein die jeweils gültige Prüfungsordnung.

„Gender Disclaimer“:
Im Deutschen kann sich das grammatikalische Geschlecht eines Wortes vom natürlichen Geschlecht einer damit bezeichneten Person unterscheiden. Personenbezeichnungen wie „die Person“, „der Prüfer“, „das Mitglied“ etc. beziehen sich in diesem Text daher selbstverständlich auf alle Personen, unabhängig von deren Geschlecht. „Student“ und „Studierender“ werden synonym verwendet.

Verzeichnis der Abkürzungen

BSc	*Bachelor of Science*
ECTS	*European Credit Tranfer System* (ECTS-Punkte sind eine Maßeinheit für den Arbeitsaufwand. Dabei entspricht 1 ECTS-Punkt einem geschätzten mittleren Arbeitsaufwand von 30 Stunden.)
GymPO	Lehramts-Prüfungsordnung von 2010
LSF	*Lehre Studium Forschung*: das online-Portal der Universität zum Studium mit u. a. Vorlesungsverzeichnis und Prüfungsanmeldemöglichkeit
MSc	*Master of Science*
PL	Prüfungsleistung
PO	Prüfungsordnung
Priv.	*Privatissimum* (Veranstaltung nach Vereinbarung, außerhalb des im Vorlesungsverzeichnis veröffentlichten Lehrveranstaltungsprogramms)
S	Seminar
Sem.	(Fach-)Semester
SL	Studienleistung
SS	Sommersemester (beginnt am 1. April und endet am 30. September)
SWS	Semesterwochenstunden (Anzahl der wöchentlichen Veranstaltungsstunden)
Ü	Übung
V	Vorlesung
var.	variabel
WS	Wintersemester (beginnt am 1. Oktober und endet am 31. März)

Impressum

Herausgeber:	Studiendekanat des Mathematischen Instituts Fakultät für Mathematik und Physik Eckerstraße 1, 79104 Freiburg Tel: 0761-203-5534
Stand:	7. November 2017
Titelfoto	H. R. Lerche (Treppenhaus im Mathematischen Institut)

Inhaltsverzeichnis

1 Aufbau des Studiums

1.1 Übersicht über den allgemeinen Studienverlauf

Sämtliche der folgenden acht Module im Umfang von zusammen 120 ECTS-Punkten müssen im Master-Studiengang „Mathematik“ absolviert werden. Eine Beschreibung der Module folgt ab Seite 12.

Modul und Zusammensetzung	*Art*	*SWS*	*ECTS*	*Sem.*(5)	*SL/PL*
Angewandte Mathematik			**11**	1	
– Vorlesung mit Übung (1)	V+Ü	4+2	9		SL
– Modulabschlussprüfung	–	–	2		PL: mündlich
Reine Mathematik			**11**	1	
– Vorlesung mit Übung (1)	V+Ü	4+2	9		SL
– Modulabschlussprüfung	–	–	2		PL: mündlich
Mathematik			**11**	2	
– Vorlesung mit Übung (1),(2)	V+Ü	4+2	9		SL
– Modulabschlussprüfung	–	–	2		PL: mündlich
Vertiefungsmodul			**21**	2–4	
– Vorlesung mit Übung (1),(2)	V+Ü	4+2	9	2	SL
– Wissenschaftliches Arbeiten (3)	Priv.	–	9	3	SL
– Modulabschlussprüfung	–	–	3	3–4	PL: mündlich
Seminar A			**6**	2	
– Seminar oder Projektseminar	S	2			PL: Vortrag
Seminar B			**6**	3	
– Seminar oder Projektseminar	S	2			PL: Vortrag
Wahlmodul			**21**	1–3	
– Mathematik-Veranstaltungen	var.	var.	9–21 (4)		SL
– Veranstaltungen anderer Fächer	var.	var.	0–12 (4)		SL
Master-Modul			**33**		
– Masterarbeit	–	–	30	3–4	PL: Master-Arbeit
– Präsentation der Master-Arbeit	–	–	3	4	SL: Präsentation

Anmerkungen

(1) Statt in einer vierstündigen Vorlesung mit Übungen kann die Studienleistung alternativ auch in zwei zweistündige Vorlesungen (mit oder ohne Übungen) absolviert werden.

(2) Statt in einer vierstündigen Vorlesung mit Übungen kann die Studienleistung alternativ auch im Rahmen einer Veranstaltung „Wissenschaftliches Arbeiten“ absolviert werden, in der Stoff im Umfang einer vierstündigen Vorlesung erarbeitet wird.

(3) Die Veranstaltung Wissenschaftliches Arbeiten kann bei passendem Angebot auch durch eine vierstündige Vorlesung oder zwei zweistündige Vorlesungen ersetzt werden.

(4) Die ECTS-Punkte können beliebig gestückelt werden.

(5) in der Spalte „Semester“ ist eine mögliche Verteilung der Module auf vier Studiensemester angegeben; Umstellungen z. B. in Abhängigkeit vom konkreten Vorlesungsangebot sind ohne Einschränkungen möglich. Lediglich das Master-Modul hat formale Voraussetzungen, nämlich dass bereits mindestens 60 ECTS-Punkte erfolgreich absolviert wurden.

1.2 Übersicht über die Spezialisierung „Finanzmathematik“

Für den Master-Studiengang mit Spezialisierung „Finanzmathematik“ müssen die folgenden Module mit einem Umfang von zusammen 120 ECTS-Punkte absolviert werden. Eine Beschreibung der Module folgt ab Seite 12. Es gelten die folgenden Bedingungen:

- In den Modulen „Angewandte Mathematik“ und „Mathematik“ und im Vertiefungsmodul müssen mindestens drei der folgenden Bereiche abgedeckt sein: Stochastische Prozesse, Stochastische Integration, Finanzmathematik, Mathematische Statistik.
- Mindestens 18 ECTS-Punkte sind durch wirtschaftswissenschaftliche Module zu erwerben, die für die Profillinie *Finance* des *Master of Science in Economics* vorgesehen sind. Mindestens 6 ECTS-Punkte davon müssen auf spezielle Wahlpflichtmodule der Profillinie *Finance* entfallen.
- Wirtschaftswissenschaftliche Module und Wahlmodul müssen zusammen (mindestens) 21 ECTS-Punkte ergeben.
- Die Master-Arbeit muss über ein Thema aus dem Bereich der Finanzmathematik geschrieben werden.

Modul und Zusammensetzung	*Art*	*SWS*	*ECTS*	*Sem.*(5)	*SL/PL*
Angewandte Mathematik			**11**	1	
– Vorlesung mit Übung(1)	V+Ü	4+2	9		SL
– Modulabschlussprüfung	–	–	2		PL: mündlich
Reine Mathematik			**11**	1	
– Vorlesung mit Übung(1)	V+Ü	4+2	9		SL
– Modulabschlussprüfung	–	–	2		PL: mündlich
Mathematik			**11**	2	
– Vorlesung mit Übung(1),(2)	V+Ü	4+2	9		SL
– Modulabschlussprüfung	–	–	2		PL: mündlich
Vertiefungsmodul			**21**	2–4	
– Vorlesung mit Übung(1),(2)	V+Ü	4+2	9	2	SL
– Wissenschaftliches Arbeiten(3)	Priv.	–	9	3	SL
– Modulabschlussprüfung	–	–	3	3–4	PL: mündlich
Seminar A			**6**	2	
– Seminar oder Projektseminar	S	2			PL: Vortrag
Seminar B			**6**	3	
– Seminar oder Projektseminar	S	2			PL: Vortrag
Wahlmodul			**0–3** (4)	1–3	
– verschiedene Veranstaltungen	var.	var.			SL
Wirtschaftswissenschaftliche Module			**18–21** (4)	1–3	
– verschiedene Veranstaltungen	var.	var.			SL
Master-Modul			**33**		
– Master-Arbeit	–	–	30	3–4	PL: Master-Arbeit
– Präsentation der Masterarbeit	–	–	3	4	SL: Präsentation

Anmerkungen (1)-(5): Siehe Seite 5

1.3 Zu den Prüfungen

Bitte beachten Sie, dass für prüfungsrechtliche Fragen allein die gültige Prüfungsordnung rechtsverbindlich ist.

Der Master-Studiengang besteht aus mindestens acht Modulen: sieben Module, in denen Prüfungsleistungen abzulegen sind, die also Teilprüfungen der Master-Prüfung sind und deren Note in die Endnote eingeht, und das Wahlmodul sowie ggf. die wirtschaftswissenschaftlichen Spezialisierungsmodule, in denen nur Studienleistungen zu erbringen sind. Die sieben Prüfungsleistungen sind:

- die mündlichen Abschlussprüfungen der Module „Angewandte Mathematik“, „Reine Mathematik“, „Mathematik“ sowie des Vertiefungsmoduls;
- die Prüfungsvorträge in den beiden Modulen „Seminar A“ und „Seminar B“;
- die Master-Arbeit.

Prüfungsleistungen müssen, bevor sie abgelegt werden dürfen, angemeldet werden: entweder schriftlich im Prüfungsamt des Mathematischen Instituts (Eckerstraße 1, 2. OG, Zimmer 239) oder online über das Campus-Management-System (Startseite `www.verwaltung.uni-freiburg.de/qis`). Darüberhinaus müssen auch gewisse Studienleistungen angemeldet werden, damit sie verbucht werden können.

Es gibt für Mathematik-Veranstaltungen semesterweise zwei Anmeldefristen (Näheres siehe unten):

- für Seminare und seminarartige Veranstaltungen: vor Vorlesungsbeginn (*derzeit*[1]*: vom zweiten Semestertag bis Mittwoch vor Vorlesungsbeginn*)
- für Vorlesungen, Wissenschaftliches Arbeiten, Praktische Übungen: während der Vorlesungszeit (*derzeit*[1]*: von Vorlesungsbeginn bis einschließlich viertletzte Woche der Vorlesungszeit*)

Eine angemeldete Prüfung muss zum vorgesehenen Termin abgelegt abgelegt werden; eventuelle Wiederholungsprüfungen müssen in den von der Prüfungsordnung vorgesehenen Zeiträumen absolviert werden. Jede nicht-bestandene Prüfungsleistung kann einmal wiederholt werden; eine einzige Prüfungsleistung (nicht jedoch Seminare oder die Master-Arbeit) kann ein zweites Mal wiederholt werden.

- Aktuelle Informationen zur Prüfungsanmeldung sowie Anmeldeformulare finden Sie hier:
  `home.mathematik.uni-freiburg.de/pruefungsamt/info-msc-2014.html`
- Die aktuelle Fassung der Prüfungsordnung finden Sie hier:[2]
  `www.studium.uni-freiburg.de/studium/studienfaecher/fachinfo/index.html?id_stud=363`
- Die Semestertermine (Vorlesungsbeginn und -ende) finden sich auf der Terminseite der Universität: `www.studium.uni-freiburg.de/termine/semester_termine.html`

1.3.1 Details zu Anmeldungen und Wiederholungen

Seminare

Anmeldung: Die Prüfungsleistung muss vor Beginn des Seminars online angemeldet werden; eine separate Anmeldung von Studienleistungen ist nicht vorgesehen. Seminare, die im Wahlmodul angerechnet werden sollen, werden im gleichen Zeitraum angemeldet.

Anmeldefrist[1]:
– im Wintersemester: 2. Oktober bis Mittwoch vor Vorlesungsbeginn
– im Sommersemester: 2. April bis Mittwoch vor Vorlesungsbeginn

Prüfungswiederholung: Im Falle des Nicht-Bestehens wird die Prüfung wiederholt durch den Besuch eines Seminars im Folgesemester. Teilen Sie vor Beginn der Vorlesungszeit dem Prüfungsamt des

[1] Stand: April 2014 (Änderungen sind möglich, aktueller Stand siehe Webseite)
[2] Die neue Prüfungsordnung PO 2014 wird voraussichtlich im Laufe des Sommersemesters 2014 eingestellt.

Mathematischen Instituts mit, in welchem Seminar Sie die Prüfung wiederholen. Sollten Sie Schwierigkeiten haben, ein passendes Seminar zu finden, nehmen Sie bitte umgehend Kontakt mit dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses auf.

Andere Mathematik-Veranstaltungen wie Vorlesungen, Veranstaltungen „Wissenschaftliches Arbeiten" sowie weitere Mathematik-Veranstaltungen für das Wahlmodul, z. B. Praktische Übungen

Anmeldung: Die Studienleistung muss online angemeldet werden, sowohl bei der Verwendung im Wahlmodul als auch bei der Verwendung in einem der Module „Angewandte Mathematik", „Reine Mathematik", „Mathematik" oder im Vertiefungsmodul (für die es eine zusätzliche Prüfungsanmeldung gibt).

Anmeldefrist[1]: von Vorlesungsbeginn bis einschließlich viertletzte Woche der Vorlesungszeit.

Mündliche Prüfungen in den Modulen „Angewandte Mathematik", „Reine Mathematik", „Mathematik" sowie im Vertiefungsmodul

Anmeldung: Die Prüfung muss spätesten drei Wochen vor dem Prüfungstermin schriftlich mit dem dafür vorgesehenen Formular im Prüfungsamt des Mathematischen Instituts angemeldet werden. Die Anmeldung zur Prüfung setzt die bestandenen Studienleistungen im betreffenden Modul voraus. Den Prüfungstermin vereinbaren die Prüflinge individuell mit dem Prüfer (bzw. gegebenenfalls den Prüfern). Maximal zwei der vier mündlichen Prüfungen dürfen bei demselben Prüfer abgelegt werden. Bei den Modulen „Angewandte Mathematik", „Reine Mathematik" und „Mathematik" ist als Prüfungszeitraum das Ende der vorlesungsfreien Zeit nach der Vorlesung empfehlenswert.

Anmeldefrist: jederzeit

Prüfungswiederholung: Im Falle des Nicht-Bestehens muss die Prüfung frühestens nach vier Wochen und spätestens im auf die nicht-bestandene Prüfung folgenden Semester wiederholt werden. Der Termin wird wieder individuell vereinbart und muss erneut über das Anmeldeformular dem Prüfungsamt übermittelt werden.

Master-Arbeit und Präsentation der Master-Arbeit

Anmeldung: Die Master-Arbeit muss mit Vergabe des Themas unmittelbar dem Prüfungsamt des Mathematischen Instituts auf dem vorgesehenen Formular mitgeteilt werden.

Anmeldefrist: jederzeit

Prüfungswiederholung: Im Falle des Nicht-Bestehens muss innerhalb von zwei Monaten ein Antrag auf Wiederholung der Master-Arbeit gestellt werden. Es wird dann ein neues Thema vergeben, das wiederum über das Formular dem Prüfungsamt mitgeteilt wird.

Wahlmodul und wirtschaftswissenschaftliche Spezialisierungsmodule

Mathematik-Veranstaltungen: siehe oben.

Veranstaltungen anderer Fächer: Hierfür gelten die Anmeldemodalitäten des anbietenden Fachs (z. B. Anmeldefrist des Faches, ob eine vorherige Anmeldung nötig ist und ob sie ggf. online oder schriftlich erfolgt). Erkundigen Sie sich bitte bei der Studienberatung des Fachs nach den Anmeldefristen. Insbesondere für Veranstaltungen der Technischen Fakultät (Informatik) und der Wirtschaftswissenschaften ist in der Regel eine online-Anmeldung nötig.

Die Möglichkeit der online-Anmeldung fachfremder Veranstaltungen wird nach Bedarf eingerichtet; melden Sie sich hierzu frühzeitig beim Prüfungsamt oder der Studiengangkoordination des Mathematischen Instituts (und *nicht* bei den Prüfungsämtern der anbietenden Fächer!).

1.3.2 Gesamtnotenberechnung

Die Gesamtnote errechnet sich als proportional zu den ECTS-Punkten gewichtetes Mittel der Modulnoten.

2 Modulhandbuch

2.1 Hinweise zu den Modulbeschreibungen

2.1.1 Allgemeiner Hinweis zum Aufbau der Modulbeschreibungen

Im Master-Studiengang „Mathematik“ sind acht fest vorgegebene Module zu absolvieren; allerdings beinhalten die Module (abgesehen vom Master-Modul) wählbare Veranstaltungen. Die Modulbeschreibungen bestehen daher aus zwei Teilen:

- der „allgemeinen Beschreibung“ des Moduls mit sämtlichen Punkten, die nicht von dem wählbaren Teil abhängen, im Abschnitt 2.2 (Seiten 12–31)
- und der „speziellen Beschreibung“ der regelmäßig angebotenen Veranstaltungen, welche für die Module gewählt werden können, in den Abschnitten 2.3 und 2.4.

Da es für Seminare ein beständig wechselndes Angebot gibt, ist keine entsprechende „spezielle Beschreibung“ für einzelne Seminare aufgeführt. Die relevanten Informationen wie Inhalt, Literaturangaben, notwendige Vorkenntnisse, Teilnahmebedingungen etc. werden semesterweise gegen Ende der Vorlesungszeit des Vorsemesters im sogenannten *Kommentierten Vorlesungverzeichnis*[3] veröffentlicht.

Die Veranstaltungen „Wissenschaftliches Arbeiten“ sowie die Themen der Master-Arbeiten werden individuell mit einem prüfungsberechtigten Dozenten des Mathematischen Instituts besprochen.

2.1.2 Hinweise zu den einzelnen Rubriken der Modulbeschreibungen

Nummer: Die Nummerierung der Module hat keine weitere Bedeutung. Unter der bei den einzelnen Lehrveranstaltungen angegebene, mit „07LE23“[4] beginnende Nummer kann man die Veranstaltung im elektronischen Vorlesungsverzeichnis der Universität finden:

`www.verwaltung.uni-freiburg.de/lsfserver/`

Häufigkeit: Hierunter wird angegeben, in welchem Rhythmus bzw. zu welchem Zeitpunkt das Modul angeboten wird. Die Angaben gelten „in der Regel“, d. h. sofern nicht besondere Umstände das Angebot verhindern. Besondere Umstände liegen z. B. dann vor, wenn mehrere Dozenten des Schwerpunktgebietes durch Anfänger- oder Lehrexportvorlesungen gebunden sind oder sich im Forschungssemester befinden.

Das Vorlesungsangebot der Fakultät steht etwa ein Jahr im Voraus fest und kann auf den Internetseiten des Instituts eingesehen werden unter:

`www.math.uni-freiburg.de/lehre/v/`

Verwendbarkeit: Unter diesem Stichpunkt sind nur die neuen, modularisierten Studiengänge in der jeweils aktuellen Version[5] aufgeführt und nur für den Master-Studiengang die genauen Module. Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls sollte frühzeitig mit dem Prüfer abgesprochen werden; typische Zusammensetzungen sind im Abschnitt 3 auf den Seiten 84–91 aufgeführt; andere Zusammensetzungen sind in Absprache möglich.

Zur Verwendbarkeit in anderen Studiengängen:

- Alle hier aufgeführten Veranstaltungen könnten bei entsprechenden Vorkenntnissen auch im Bachelor-Studiengang absolviert werden; dies ist bei Veranstaltungen, die nicht im Modulhandbuch des Bachelor-Studiengangs aufgeführt sind, jedoch nur in besonderen Fällen empfehlenswert.

[3] Offizieller Titel: „Kommentare zu den Lehrveranstaltungen Mathematik“. Sie liegen als gedrucktes Heft im Mathematischen Institut aus und sind online unter `www.math.uni-freiburg.de/lehre/v/` einsehbar.

[4] „07“ steht für die 7. Fakultät der Universität, „LE23“ für die Lehreinheit „Mathematik“.

[5] Lehramt: GymPO 2010, Bachelor: PO 2012, Master: PO 2014

Im Bachelor-Studiengang „Mathematik“ nach PO 2012 können vierstündige Vorlesungen mit zweistündigen Übungen für die Module „Vorlesung mit Übung A–D“ und das „Wahlpflichtmodul Mathematik“ eingesetzt werden (Vorlesungen, die im Master-Studiengang für das Modul „Reine Mathematik“ gewählt werden können, erfüllen im Bachelor-Studiengang die Bedingung, dass eine weiterführende Vorlesung aus dem Bereich „Reine Mathematik/Mathematische Logik“ stammt). Andere Veranstaltungen können entweder im „Wahlpflichtmodul Mathematik“ oder als Wahlmodul angerechnet werden.

- Einige wenige hier aufgeführte Vorlesungen sind Pflichtvorlesungen in den Lehramtsstudiengängen nach GymPO oder können dort für das Modul „Mathematische Vertiefung“ benutzt werden.

- Alle Mathematik-Vorlesungen stehen bei entsprechenden Vorkenntnissen Studierenden anderer Studiengänge als Wahlmodul offen; insbesondere gilt dies für die Bachelor- und Master-Studiengänge in Informatik und Physik.

Studienschwerpunkt: Bei Vorlesungen und anderen Veranstaltungen ist in der Regel angegeben, zu welchen der in Freiburg vertreten Schwerpunktgebiete sie zählt; bei Modulen ist angegeben, aus welchen Schwerpunktgebieten Veranstaltungen für das Modul gewählt werden können.

Teilnahmebedingungen: Für die Vorlesungen des Mathematischen Instituts gibt es keine formalen Teilnahmebedingungen, d. h. die Teilnahme ist nicht davon abhängig, ob man bestimmte Module oder Prüfungen bereits bestanden hat. Allerdings bauen die Veranstaltungen zum Teil aufeinander auf, weshalb man zu ihrem Verständnis in der Regel Kenntnisse aus bestimmten anderen Veranstaltungen benötigt. Diese sind jeweils unter dem Punkt „notwendige Vorkenntnisse“ aufgeführt. Es ist der Verantwortung der Studierenden überlassen, sich diese Vorkenntnisse vorher angeeignet zu haben.

Mathematische Seminare haben eine begrenzte Teilnehmerzahl. Im (etwa einen Monat vor Ende der Vorlesungszeit des Vorsemesters veröffentlichten) Kommentierten Vorlesungverzeichnis sind für jedes Seminar Inhalt, notwendige Vorkenntnisse, Anmeldeprozedur und Termin der Vorbesprechung, bei der die Serminarplätze vergeben werden, beschrieben.

Die Vergabe des Themas einer Master-Arbeit ist an die Bedingung geknüpft, dass bereits mindestens 60 ECTS-Punkte erworben sind.

Vorkenntnisse: Alle Mathematik-Veranstaltungen verlangen eine solide mathematische Grundausbildung, wie man sie in den Grundvorlesungen Analysis I, II, Lineare Algebra I, II (oder vergleichbaren Vorlesungen) erwirbt. Unter „notwendige Vorkenntnisse“ und „nützliche Vorkenntnisse“ sind in der Regel nur darüberhinausgehende Vorkenntnisse angegeben und die Grundvorlesungen nur, wenn keine darüberhinausgehenden Vorkenntnisse gefordert sind.

Sofern es sich bei den Vorkenntnissen um Veranstaltungen handelt, die nicht zum Programm des Master-Studiengangs gehören, findet man die Modulbeschreibungen im Modulhandbuch des Bachelor-Studiengangs.

Arbeitsaufwand: Hier ist der geschätzte durchschnittliche Arbeitsaufwand angegeben. Ein ECTS-Punkt entspricht dabei 30 Stunden Arbeit.

Studien- und Prüfungleistung: „Prüfungsleistungen“ sind Teilprüfungen der Master-Prüfung: Sie dürfen nicht ohne eine vorherige Anmeldung abgelegt werden; sie werden benotet und die Noten gehen in die Endnote ein; die Wiederholungsmöglichkeiten und -modalitäten sind beschränkt und durch die Prüfungsordnung geregelt. Im Master-Studiengang gibt es sieben Prüfungsleistungen: vier mündliche Prüfungen zu einzelnen Vorlesungen, zwei Seminarvorträge und die Master-Arbeit.

„Studienleistungen“ sind unbenotete Leistungen, die beliebige oft wiederholt werden dürfen. Sie kommen in zwei Funktionen vor:

- Studienleistungen können als Zulassungsvoraussetzung zu einer Prüfung gefordert werden. Die genauen Anforderungen werden vom jeweiligen Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

  Typischerweise werden bei Mathematik-Vorlesungen mit Übungen als Studienleistungen die regelmäßige Anwesenheit im Tutorat sowie das regelmäßige und erfolgreiche Bearbeiten der Übungsaufgaben (meist 50% der erreichbaren Punkte) gefordert; bei Mathematik-Seminaren die regelmäßige Teilnahme.

- Einzelne Module können statt mit einer Prüfungsleistung nur mit Studienleistungen abgeschlossen werden. Dies ist im Master-Studiengang beim Wahlmodul der Fall und in der Spezialisierung „Finanzmathematik“ bei den wirtschaftswissenschaftlichen Spezialisierungsmodulen.

Einige Studienleistungen müssen ebenfalls angemeldet werden, damit sie für die Leistungsübersicht verbucht werden können. Näheres siehe im Abschnitt 1.3.

Anmeldung und Verbuchung: Zunächst ist zu unterscheiden zwischen dem *Belegen* einer Veranstaltung (d. h. dem Äußern des Wunsches, an der Veranstaltung teilzunehmen, und der Zuteilung eines Teilnahmeplatzes) und der *Anmeldung* zu einer Prüfungs- oder Studienleistung.

Ein Belegen der Veranstaltung vor Vorlesungsbeginn ist nur bei Seminaren und einigen Sonderveranstaltungen nötig (dies ist dann stets im Kommentierten Vorlesungsverzeichnis angekündigt). Vorlesungen kann man ohne vorherige Meldung besuchen; eine Zuteilung zu Übungsgruppen erfolgt in der Regel in der ersten Vorlesungswoche nach dem in der ersten Vorlesungsstunde bekanntgegebenen Verfahren.

Zur Anmeldung der Studien- und Prüfungsleistungen: siehe die Informationen im Abschnitt 1.3.

Qualifikationsziele: Die Qualifikationsziele sind aufgeteilt auf allgemeine Ziele, welche im allgemeinen Teil der Modulbeschreibung aufgeführt sind, und auf von den einzelnen Vorlesungen abhängige spezifische Ziele, welche bei den Beschreibungen der einzelnen Vorlesungen aufgeführt sind.

Inhalt: Die Inhaltsbeschreibungen der Module bieten Richtlinien, die im Einzelfall unterschiedlich gewichtet oder durch weitere Themen ergänzt werden können. Ein Rechtsanspruch ergibt sich aus diesen Inhaltsangaben nicht; insbesondere besteht der Prüfungsstoff aus dem tatsächlichen Lehrstoff der Veranstaltungen.

Materialien: Zu vielen Vorlesungen ist ein Skript verfügbar oder ein solches wird im Laufe der Veranstaltung erstellt. Skripte und Übungsaufgaben sind in der Regel online im pdf-Format auf der Webseite der Veranstaltung erhältlich. Diese ist über die Homepage des Dozenten oder Assistenten oder über das Vorlesungsverzeichnis des Instituts verlinkt:

`www.math.uni-freiburg.de/lehre/v/`

Literatur: Über die Angaben in den Modulbeschreibungen hinaus können weitere oder genauere Literaturhinweise im Kommentierten Vorlesungsverzeichnis oder während der Veranstaltung gegeben werden.

Dozenten, Prüfer: Unter „Dozenten“ sind die typischen Dozenten der betreffenden Veranstaltung aufgeführt; die Liste ist aber nicht abschließend, insbesondere enthält sie keine Gastdozenten oder Habilitanden.

Die Dozenten und ihre Zugehörigkeit zu den Abteilungen bzw. Schwerpunktgebieten finden Sie hier:

`www.math.uni-freiburg.de/personen`

2.2 Beschreibung der Module

Es folgen die Modulbeschreibungen der Module:

Modul M 1	ANGEWANDTE MATHEMATIK	11 ECTS

Häufigkeit	– jedes Semester (aber nicht unbedingt in jedem Studienschwerpunkt) – zur Häufigkeit der wählbaren Vorlesungen: siehe dort
Zusammensetzung	– 4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester — 9 ECTS – Abschlussprüfung — 2 ECTS Die vierstündige Vorlesung mit Übung kann bei passendem Angebot durch zwei zweistündige Vorlesungen (mit oder ohne Übungen) aus dem Bereich der angewandten Mathematik ersetzt werden. Der Prüfungsstoff hat stets den Umfang von 4 SWS an Vorlesungsstoff.
Verwendbarkeit	In genau dieser Form tritt das Modul nur im MSc-Studiengang *Mathematik (PO 2014)* auf. Die Vorlesungen, die für dieses Modul gewählt werden können, können zum Teil für den BSc-Studiengang und die Lehramtsstudiengänge in Mathematik gewählt werden (nähere Informationen siehe bei den einzelnen Vorlesungen), sowie als Wahlmodul in Studiengängen anderer Fächer.
Studienschwerpunkt	– Angewandte Analysis und Numerik – Mathematische Stochastik und Finanzmathematik – teilweise: Analysis (hierin z. B. Funktionalanalysis)
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	siehe bei der jeweiligen Vorlesung
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Prüfungsvorbesprechung*) — 85 h – Selbststudium (*Vor- und Nachbereitung der Vorlesung, Bearbeiten der Übungsaufgaben, Prüfungsvorbereitung*) — 245 h
Prüfungsleistung	30-minütige mündliche Prüfung
Studienleistungen	Werden vom Dozenten in den semesterweise herausgegebenen aktuellen Ergänzungen des Modulhandbuch (siehe `https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/studiengaenge/modulhandbuecher.html`) bekanntgegeben. In der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung (näher präzisiert in den aktuellen Ergänzungen); bei Vorlesungen der Kategorie II auch die erfolgreiche Teilnahme an der Klausur.
Anmeldung	– Die Einteilung der Übungsgruppen erfolgt in der ersten Vorlesungswoche; Informationen zur Anmeldung zur Übung in der ersten Vorlesungsstunde. – Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung aus der Vorlesung: online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit. – Anmeldung zur Prüfung: schriftlich im Prüfungsamt spätestens drei Wochen vor der Prüfung nach individueller Vereinbarung des Prüfungstermins mit dem Prüfer. Die Anmeldung zur Prüfung setzt voraus, dass die im Modul geforderten Studienleistungen bestanden sind.
Qualifikationsziele	– Die Studierenden kennen die Inhalte einer weiterführenden Vorlesung aus dem Bereich der angewandten Mathematik; sie sind mit den darin vermittelten Konzepten und Begriffen vertraut. – Die Studierenden können typische Aufgaben aus dem Bereich der Vorlesung selbständig lösen, sie können die in der Vorlesung vorkommenden Beweise und Algorithmen verstehen, nachvollziehen und erklären.

	– spezifische Qualifikationsziele der gewählten Vorlesung: siehe dort
Inhalt, Literatur	siehe bei der jeweiligen Vorlesung
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Verantwortlich	der Studiendekan des Mathematischen Instituts
Prüfer	Als Prüfer kommt zunächst der Dozent der gewählten Vorlesung in Frage; es dürfen aber nicht mehr als zwei der vier mündlichen Prüfungen der Module „Angewandte Mathematik“, „Reine Mathematik“, „Mathematik“ und Vertiefungsmodul beim selben Prüfer abgelegt werden. Als weitere Prüfer kommen die typischen Dozenten der gewählten Vorlesung in Betracht.
Sprache	– Vorlesung: in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch – Prüfung: Deutsch oder die Sprache, in der die Vorlesung gehalten wurde; auf Antrag auch andere Sprachen, sofern Prüfer und Beisitzer diese ausreichend beherrschen

Modul M 2	**REINE MATHEMATIK**	**11 ECTS**
Häufigkeit	– jedes Semester (aber nicht unbedingt in jedem Studienschwerpunkt) – zur Häufigkeit der wählbaren Vorlesungen: siehe dort	
Zusammensetzung	– 4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester – Abschlussprüfung Die vierstündige Vorlesung mit Übung kann bei passendem Angebot durch zwei zweistündige Vorlesungen (mit oder ohne Übungen) aus dem Bereich der reinen Mathematik ersetzt werden. Der Prüfungsstoff hat stets den Umfang von 4 SWS an Vorlesungsstoff.	9 ECTS 2 ECTS
Verwendbarkeit	In genau dieser Form tritt das Modul nur im MSc-Studiengang *Mathematik (PO 2014)* auf. Die Vorlesungen, die für dieses Modul gewählt werden können, können zum Teil für den Bachelor-Studiengang Mathematik oder die Lehramtsstudiengänge Mathematik gewählt werden (nähere Informationen siehe bei den einzelnen Vorlesungen), sowie als Wahlmodul in Studiengängen anderer Fächer.	
Studienschwerpunkt	– Mathematische Logik – Algebra und Zahlentheorie – Geometrie und Topologie – Analysis	
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen	
*notwendige Vorkenntnisse**	siehe bei der jeweiligen Vorlesung	
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Prüfungsvorbesprechung*) – Selbststudium (*Vor- und Nachbereitung der Vorlesung, Bearbeiten der Übungsaufgaben, Prüfungsvorbereitung*)	85 h 245 h
Prüfungsleistung	30-minütige mündliche Prüfung	
Studienleistungen	Werden vom Dozenten in den semesterweise herausgegebenen aktuellen Ergänzungen des Modulhandbuch (siehe `https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/studiengaenge/modulhandbuecher.html`) bekanntgegeben. In der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung (näher präzisiert in den aktuellen Ergänzungen); bei Vorlesungen der Kategorie II auch die erfolgreiche Teilnahme an der Klausur.	
Anmeldung	– Die Einteilung der Übungsgruppen erfolgt in der ersten Vorlesungswoche; Informationen zur Anmeldung zur Übung in der ersten Vorlesungsstunde. – Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung aus der Vorlesung: online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit. – Anmeldung zur Prüfung: schriftlich im Prüfungsamt spätestens drei Wochen vor der Prüfung nach individueller Vereinbarung des Prüfungstermins mit dem Prüfer. Die Anmeldung zur Prüfung setzt voraus, dass die im Modul geforderten Studienleistungen bestanden sind.	
Qualifikationsziele	– Die Studierenden kennen die Inhalte einer weiterführenden Vorlesung aus dem Bereich der reinen Mathematik; sie sind mit den darin vermittelten Konzepten und Begriffen vertraut.	

	– Die Studierenden können typische Aufgaben aus dem Bereich der Vorlesung selbständig lösen, sie können die darin vorkommenden Beweise verstehen, nachvollziehen und erklären. – spezifische Qualifikationsziele der gewählten Vorlesung: siehe dort
Inhalt, Literatur	siehe bei der jeweiligen Vorlesung
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Verantwortlich	der Studiendekan des Mathematischen Instituts
Prüfer	Als Prüfer kommt zunächst der Dozent der gewählten Vorlesung in Frage; es dürfen aber nicht mehr als zwei der vier mündlichen Prüfungen der Module „Angewandte Mathematik“, „Reine Mathematik“, „Mathematik“ und Vertiefungsmodul beim selben Prüfer abgelegt werden. Als weitere Prüfer kommen die typischen Dozenten der gewählten Vorlesung in Betracht.
Sprache	– Vorlesung: in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch – Prüfung: Deutsch oder die Sprache, in der die Vorlesung gehalten wurde; auf Antrag auch andere Sprachen, sofern Prüfer und Beisitzer diese ausreichend beherrschen

Modul M 3	MATHEMATIK	11 ECTS

Häufigkeit	– jedes Semester (aber nicht unbedingt in jedem Studienschwerpunkt) – zur Häufigkeit der wählbaren Vorlesungen: siehe dort
Zusammensetzung	– 4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester 9 ECTS – Abschlussprüfung 2 ECTS Die vierstündige Vorlesung mit Übung kann bei passendem Angebot durch zwei zweistündige Vorlesungen (mit oder ohne Übungen) ersetzt werden oder es kann der Lehrstoff einer vierstündigen Vorlesung mit Übung in Form einer Veranstaltung „Wissenschaftliches Arbeiten“ (siehe Seite 21) erarbeitet werden. Der Prüfungsstoff hat stets den Umfang von 4 SWS an Vorlesungsstoff.
Verwendbarkeit	In genau dieser Form tritt das Modul nur im MSc-Studiengang *Mathematik (PO 2014)* auf. Die Vorlesungen, die für dieses Modul gewählt werden können, können zum Teil für den Bachelor-Studiengang Mathematik oder die Lehramtsstudiengänge Mathematik gewählt werden (nähere Informationen siehe bei den einzelnen Vorlesungen), sowie als Wahlmodul in Studiengängen anderer Fächer.
Studienschwerpunkt	sämtliche Studienschwerpunkte
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	siehe bei der jeweiligen Vorlesung
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Prüfungsvorbesprechung*) 85 h – Selbststudium (*Vor- und Nachbereitung der Vorlesung, Bearbeiten der Übungsaufgaben, Prüfungsvorbereitung*) 245 h
Prüfungsleistung	30-minütige mündliche Prüfung
Studienleistungen	Werden vom Dozenten in den semesterweise herausgegebenen aktuellen Ergänzungen des Modulhandbuch (siehe `https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/studiengaenge/modulhandbuecher.html`) bekanntgegeben. In der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung (näher präzisiert in den aktuellen Ergänzungen).
Anmeldung	– Die Einteilung der Übungsgruppen erfolgt in der ersten Vorlesungswoche; Informationen zur Anmeldung zur Übung in der ersten Vorlesungsstunde. – Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung aus der Vorlesung: online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit. – Anmeldung zur Prüfung: schriftlich im Prüfungsamt spätestens drei Wochen vor der Prüfung nach individueller Vereinbarung des Prüfungstermins mit dem Prüfer. Die Anmeldung zur Prüfung setzt voraus, dass die im Modul geforderten Studienleistungen bestanden sind.
Qualifikationsziele	– Die Studierenden kennen die Inhalte einer weiterführenden Vorlesung aus einem beliebigen Teilbereich der Mathematik; sie sind mit den darin vermittelten Konzepten und Begriffen vertraut. – Die Studierenden können typische Aufgaben aus dem Bereich der Vorlesung selbständig lösen, sie können die darin vorkommenden Beweise und ggf. Algorithmen verstehen, nachvollziehen und erklären. – spezifische Qualifikationsziele der gewählten Vorlesung: siehe dort

Inhalt, Literatur	siehe bei der jeweiligen Vorlesung
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11

Verantwortlich	der Studiendekan des Mathematischen Instituts
Prüfer	Als Prüfer kommt zunächst der Dozent der gewählten Vorlesung in Frage; es dürfen aber nicht mehr als zwei der vier mündlichen Prüfungen der Module „Angewandte Mathematik“, „Reine Mathematik“, „Mathematik“ und Vertiefungsmodul beim selben Prüfer abgelegt werden. Als weitere Prüfer kommen die typischen Dozenten der gewählten Vorlesung in Betracht.
Sprache	– Vorlesung: in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch – Prüfung: Deutsch oder die Sprache, in der die Vorlesung gehalten wurde; auf Antrag auch andere Sprachen, sofern Prüfer und Beisitzer diese ausreichend beherrschen

Modul M 4	VERTIEFUNGSMODUL	21 ECTS

Häufigkeit	– jedes Semester (aber nicht unbedingt in jedem Studienschwerpunkt) – zur Häufigkeit der wählbaren Vorlesungen: siehe dort Das Modul kann in einem Semester oder in mehreren (nicht notwendig aufeinanderfolgenden) Semestern absolviert werden.
Zusammensetzung	– 4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester — 9 ECTS – Lesekurs „Wissenschaftliches Arbeiten“ über ein Semester — 9 ECTS – Abschlussprüfung — 3 ECTS Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls ist mit einem prüfungsberechtigten Dozenten des Mathematischen Instituts, der die Abschlussprüfung vornehmen wird, abzusprechen. Beide Teile müssen aus einem Studienschwerpunkt stammen. Typische Zusammensetzungen sind im Abschnitt 3 auf den Seiten 84–91 aufgeführt. Der Lesekurs „Wissenschaftliches Arbeiten“ kann bei geeignetem Angebot durch eine weitere vierstündige Vorlesung mit zweistündigen Übungen ersetzt werden. Die vierstündige Vorlesung mit Übung kann bei passendem Angebot durch zwei zweistündige Vorlesungen (mit oder ohne Übungen) ersetzt werden oder es kann der Lehrstoff einer vierstündigen Vorlesung mit Übung in Form einer Veranstaltung „Wissenschaftliches Arbeiten“ (siehe Seite 21) erarbeitet werden. Der Prüfungsstoff hat stets den Umfang von 8 SWS an Vorlesungsstoff.
Verwendbarkeit	In genau dieser Form tritt das Modul nur im MSc-Studiengang *Mathematik (PO 2014)* auf. Die Vorlesungen, die für dieses Modul gewählt werden können, können in seltenen Fällen auch für den Bachelor-Studiengang Mathematik oder die Lehramtsstudiengänge Mathematik gewählt werden (nähere Informationen siehe bei den einzelnen Vorlesungen), sowie als Wahlmodul in Studiengängen anderer Fächer.
Studienschwerpunkt	sämtliche Studienschwerpunkte
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	siehe bei den jeweiligen Veranstaltungen
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Besprechungen, ggf. Vorträge und Seminarteilnahme, Prüfungsvorbesprechung*) — 105–125 h – Selbststudium (*Vor- und Nachbereitung der Vorlesung, Bearbeiten der Übungsaufgaben, Fachlektüre, Prüfungsvorbereitung*) — 505–525 h
Prüfungsleistung	45-minütige mündliche Prüfung
Studienleistungen	Werden vom Dozenten für Vorlesungen in den semesterweise herausgegebenen aktuellen Ergänzungen des Modulhandbuch (siehe `https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/studiengaenge/modulhandbuecher.html`) bekanntgegeben. In der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung (näher präzisiert in den aktuellen Ergänzungen). Für die Lesekurse „Wissenschaftliches Arbeiten“ werden die Studienleistungen bei der Absprache der Veranstaltung mit dem Dozentenvon diesem festgelegt.
Anmeldung	– Die Einteilung der Übungsgruppen erfolgt in der ersten Vorlesungswoche; Informationen zur Anmeldung zur Übung in der ersten Vorlesungsstunde. – Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistungen aus der Vorlesung und der Veranstaltung „Wissenschaftliches Arbeiten“: online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit.

	– Anmeldung zur Prüfung: schriftlich im Prüfungsamt spätestens drei Wochen vor der Prüfung nach individueller Vereinbarung des Prüfungstermins mit dem Prüfer. Die Anmeldung zur Prüfung setzt voraus, dass die im Modul geforderten Studienleistungen bestanden sind.
Qualifikationsziele	– Die Studierenden erwerben vertiefte, forschungsnahe Kenntnisse in einem in Freiburg vertretenen Schwerpunktgebiet der Mathematik, auf deren Grundlage sie eine Master-Arbeit verfassen können. Sie sind mit den wichtigen Konzepten, Begriffen und Beweistechniken des Gebietes vertraut. Sie sind in der Lage, Fachliteratur des Gebietes zu verstehen und selbständig typische Aufgaben zu lösen und Beweise zu führen. – siehe auch die Qualifikationsziele des Teilmoduls „Wissenschaftliches Arbeiten" auf Seite 21 – für die spezifischen Qualifikationsziele der gewählten Vorlesung: siehe dort
Inhalt, Literatur	siehe bei den jeweiligen Veranstaltungen
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Verantwortlich	der Studiendekan des Mathematischen Instituts
Prüfer	Als Prüfer kommt in erster Linie der Betreuer der Veranstaltung „wissenschaftliches Arbeiten" in Betracht; es dürfen aber nicht mehr als zwei der vier mündlichen Prüfungen der Module „Angewandte Mathematik", „Reine Mathematik", „Mathematik" und Vertiefungsmodul beim selben Prüfer abgelegt werden. Weitere mögliche Prüfer sind die anderen Vertreter des für das Vertiefungsmodul gewählten Schwerpunktgebiets.
Sprache	– Vorlesung: in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch – Wissenschaftliches Arbeiten: Deutsch oder Englisch oder eine andere, von Student und Dozent beherrschte Sprache – Prüfung: Deutsch oder die Sprache, in der die Vorlesungen gehalten wurden; auf Antrag auch andere Sprachen, sofern Prüfer und Beisitzer diese ausreichend beherrschen

Teilmodul M 4.2	WISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN	9 ECTS

Häufigkeit	kann in jedem Semester angeboten werden (aber nicht unbedingt in jedem Studienschwerpunkt/bei jedem Dozenten)
Umfang	Vorlesungsstoff im Umfang von vier SWS wird im betreuten Selbststudium über ein Semester hinweg erarbeitet. Die genauen Umstände werden zu Beginn mit dem betreuenden Dozenten besprochen; Richtwert ist im Mittel eine etwa einstündige Besprechung pro Woche. Die Veranstaltung kann auch in Form eines Projektseminars o. ä. ablaufen.
Verwendbarkeit	*MSc Mathematik (PO 2014)*: Modul „Mathematik" $^{(*)}$, Vertiefungsmodul$^{(*)}$ $(*)$ in Absprache mit dem anbietenden Dozenten, der in der Regel auch der Prüfer des Moduls ist
Studienschwerpunkt	sämtliche Studienschwerpunkte
Teilnahmebedingung	– keine formalen Teilnahmebedingungen aus der Prüfungsordnung – über die Teilnahme im Rahmen seiner Kapazität entscheidet der anbietende Dozent
*notwendige Vorkenntnisse**	hängen vom Studienschwerpunkt und dem Inhalt der Veranstaltung ab und werden vom anbietenden Dozenten auf Anfrage bekanntgegeben
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Besprechungen, ggf. Vorträge und Seminarteilnahme*) 20–40 h – Selbststudium (*Fachlektüre*) 230–250 h
Prüfungsleistung	– mündliche Prüfung (30 Minuten im Modul „Mathematik", 45 Minuten Gesamtprüfungsdauer im Vertiefungsmodul)
Studienleistungen	werden zu Beginn der Veranstaltung vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige Besprechungen mit Berichten über die Studienfortschritte, ggf. Vorträge in einem Projekt- oder Oberseminar und regelmäßige Teilnahme am Seminar
Anmeldung	– Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung: online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit. – Anmeldung zur Prüfung: siehe beim jeweiligen Modul
Qualifikationsziele	– Die Studierenden können unter Anleitung selbständig forschungsnahe mathematische Themen erarbeiten. Sie sind in der Lage, die Fachliteratur zu verstehen und ggf. weitere Literatur zu recherchieren. Sie können analysieren, wo Verständnisprobleme liegen, und diese durch gezielte Fragen überwinden. Die Studierenden erreichen eine Fachkompetenz, auf deren Grundlage eine Master-Arbeit geschrieben werden kann. – Weitere Qualifikationsziele ergeben sich aus der konkreten Thematik der Veranstaltung.
Inhalt	Die Studierenden erarbeiten im angeleiteten Selbststudium ein forschungsnahes mathematisches Thema im Umfang einer vierstündigen Vorlesung, das in der Regel die Grundlage der Master-Arbeit bilden wird. In regelmäßigen Treffen mit dem Betreuer (die auch in Form eines Projektseminars o. ä. stattfinden können) werden Fragen zu dem erarbeiteten Stoff diskutiert und wird der Studienfortschritt kontrolliert, u. U. auch durch Vorträge der Studierenden. Der genaue Inhalt hängt von der konkreten Veranstaltung ab.
Literatur	hängt von der konkreten Veranstaltung ab

Materialien	Benötigte Skripte und Forschungsartikel sind online verfügbar oder werden vom Dozenten zur Verfügung gestellt; benötigte Bücher können in der Institutsbibliothek ausgeliehen oder eingesehen werden.
Verantwortlich	der Studiendekan des Mathematischen Instituts
Dozenten	sämtliche prüfungsberechtigten Dozenten des Mathematischen Instituts
Sprache	Besprechungen können in Deutsch oder Englisch oder in einer von Student und betreuendem Dozenten beherrschten Sprache durchgeführt werden. Begleitende Seminare werden auf Deutsch oder Englisch abgehalten.
Bemerkungen	Die Veranstaltungen „Wissenschaftliches Arbeiten“ werden meist nicht im Vorlesungsverzeichnis angekündigt. Bitte sprechen Sie bei Interesse frühzeitig die Dozenten, insbesondere den ins Auge gefassten Betreuer der Master-Arbeit, an.

Modul M 5, M 6	**MATHEMATISCHES SEMINAR A UND B**	je 6 ECTS
	Hinweis: Die Modulbeschreibungen für Seminar A und B sind identisch!	
Häufigkeit	jedes Semester In der Regel wird – von seltenen Ausnahmen abgesehen – in jedem Semester auch in jedem Schwerpunktgebiet mindestens ein Seminar angeboten.	
Zusammensetzung	2 SWS Seminar über ein Semester	
Verwendbarkeit	In genau dieser Form tritt das Modul nur im MSc-Studiengang *Mathematik (PO 2011 und PO 2014)* auf. Die Seminare, die für dieses Modul gewählt werden können, können auch innerhalb des Wahlmoduls absolviert werden (siehe Seite 77) und können zum Teil auch für den Bachelor-Studiengang Mathematik und die Lehramtsstudiengänge Mathematik (bei einfacheren Vortragsthemen und daher reduzierter Arbeitsbelastung, 4 ECTS-Punkte) gewählt werden.	
Studienschwerpunkt	sämtliche Studienschwerpunkte	
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen aus der Prüfungsordnung Über die Vergabe der Seminarplätzen eines konkreten Seminars entscheidet der anbietende Dozent.	
Vorkenntnisse	hängen vom konkreten Seminar ab – siehe Ankündigung des jeweiligen Seminars im Kommentierten Vorlesungverzeichnis	
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Seminar, Vor- und Nachbesprechungen*) 45 h – Selbststudium (*Fachlektüre, Vortragsvorbereitung*) 135 h	
Prüfungsleistung	etwa 60–90-minütiger Vortrag	
Studienleistungen	Werden vom Dozenten in den semesterweise herausgegebenen aktuellen Ergänzungen des Modulhandbuch (siehe `https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/studiengaenge/modulhandbuecher.html`) bekanntgegeben. In der Regel regelmäßige Teilnahme am Seminar und aktive Mitarbeit (ggf. näher präzisiert in den aktuellen Ergänzungen).	
Anmeldung	– Die Vergabe der Seminarplätze erfolgt bei der Vorbesprechung gegen Ende der Vorlesungszeit des Vorsemesters. – Anmeldung zur Prüfung: online innerhalb der Anmeldefrist *vor* Vorlesungsbeginn!	
Qualifikationsziele	– Die Studierenden können sich in ein wissenschaftliches Thema der Mathematik durch Lektüre von Fachliteratur selbständig, aber unter fachlicher Begleitung einarbeiten. – Die Studierenden können dieses Thema didaktisch aufbereiten und in freiem Vortrag anschaulich, verständlich und fachlich korrekt vortragen; sie können Fragen zum Vortragsthema beantworten und sich einer kritischen Diskussion stellen. – Die Studierenden können fachliche Fragen zu Vorträgen formulieren und Vorträge konstruktiv-kritisch begleiten.	

Inhalt	Es werden aktuelle, forschungsnahe Themen aus dem betreffenden Studienschwerpunkt anhand von Lehrbüchern oder Originalarbeiten behandelt. Die Studierenden stellen die Themen in selbstausgearbeiteten, etwa ein- bis zweistündigen Vorträgen (mit Fragemöglichkeit und Diskussion) dar und nehmen selbst aktiv an den Diskussionen zu den anderen Vorträgen teil. Der genaue fachliche Inhalt hängt vom jeweiligen Seminar ab. Informationen hierzu sind in der jeweiligen Ankündigung im Kommentierten Vorlesungsverzeichnis und bei der Vorbesprechung erhältlich.
Literatur, Materialien	hängen vom konkreten Seminar ab Informationen sind in der jeweiligen Ankündigung im Kommentierten Vorlesungsverzeichnis und bei der Vorbesprechung erhältlich.

Verantwortlich	der Studiendekan des Mathematischen Instituts
Dozenten	alle Dozenten des Mathematischen Instituts
Prüfer	der Dozent des jeweiligen Seminars
Sprache	in der Regel Deutsch, evtl. Englisch; Vorträge in anderen Sprachen sind u. U. möglich
Bemerkungen	– Begrenzte Anzahl von Plätzen pro Seminar, daher rechtzeitig anmelden! – Ankündigung der Anmeldemodalitäten und der Vorbesprechung im Kommentierten Vorlesungsverzeichnis (siehe Seite 9) – Proseminare sind nicht zugelassen. – Die für Seminar A und B eingesetzten konkreten Seminare dürfen den gleichen Namen haben, sofern sie in verschiedenen Semestern absolviert werden und verschiedenen Inhalt haben.

Modul M 7	**WAHLMODUL**	ohne Spezialisierung „Finanzmathematik“ bei Spezialisierung „Finanzmathematik“	**21 ECTS** **0–3 ECTS**

Häufigkeit	jedes Semester Das Modul kann in einem Semester oder in mehreren (nicht notwendig aufeinanderfolgenden) Semestern absolviert werden.
Zusammensetzung	Das Modul kann sich aus Veranstaltungen beliebiger Art und Größe zusammensetzen. – Falls nicht die Spezialisierung „Finanzmathematik“ gewählt wurde, müssen mindestens 9 ECTS-Punkte durch Mathematik-Veranstaltungen abgedeckt werden (wählbare Veranstaltungen: siehe Abschnitte 2.3 und 2.4). – Bis zu 12 ECTS-Punkte dürfen mit geeigneten Veranstaltungen andere Fächer abgedeckt werden (wählbare Veranstaltungen: siehe Abschnitt 2.5).
Verwendbarkeit	In genau dieser Form tritt das Modul nur im MSc-Studiengang *Mathematik (PO 2014)* auf. Die Veranstaltungen, die für dieses Modul gewählt werden können, können zum Teil auch für andere Studiengänge (Bachelor-Studiengang und Lehramtsstudiengänge Mathematik, Studiengänge anderer Fächer) gewählt werden.
Studienschwerpunkt	– Mathematik: sämtliche Studienschwerpunkte – auch andere Fächer wie Physik, Informatik, Wirtschaftswissenschaften in Fortführung eines Anwendungs- oder Nebenfaches aus dem Bachelor-Studiengang

Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen für das Modul Einzelne für das Modul wählbare Veranstaltungen anderer Fächer können Teilnahmebedingungen haben, hierzu geben die Studienberater der Fächer Auskunft.
Vorkenntnisse	hängen jeweils von den einzelnen für das Modul gewählten Veranstaltungen ab Siehe dazu die Beschreibungen der Mathematik-Veranstaltungen ab Seite 32 und weiterer Mathematik-Veranstaltungen im Kommentierten Vorlesungsverzeichnis, sowie der Veranstaltungen anderer Fächer in den Modulhandbüchern und Vorlesungsverzeichnissen dieser Fächer.
Arbeitsaufwand	ohne Spezialisierung „Finanzmathematik“: 630 h bei Spezialisierung „Finanzmathematik“: 0–90 h Die Aufteilung in Kontaktzeit und Selbststudium variiert in Abhängigkeit von der Wahl der Veranstaltungen.
Prüfungsleistung	keine
Studienleistungen	Hängen von den einzelnen gewählten Veranstaltungen ab und werden von den jeweiligen Dozenten in den semesterweise herausgegebenen aktuellen Ergänzungen des Modulhandbuch (siehe `https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/studiengaenge/modulhandbuecher.html`) bekanntgegeben.
Anmeldung	Je nach gewählter Veranstaltung kann es ein vorheriges Belegverfahren geben. Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung: – bei Veranstaltungen der Mathematik, der Wirtschaftswissenschaften, der Technischen Fakultät: online innerhalb der Anmeldefrist des jeweiligen Fachs

	– bei Veranstaltungen anderer Fächer: Bitte bei der Studienkoordination oder im Prüfungsamt des Mathematischen Instituts (*nicht* des anbietenden Fachs) erfragen; in der Regel bedarf es keiner Anmeldung, sondern die Studienleistung kann auf Grundlage einer Bescheinigung verbucht werden.
Qualifikationsziele	– Die Studierenden erwerben Kenntnisse aus weiteren Teilbereichen der Mathematik; sie sind mit den darin vermittelten Konzepten und Begriffen vertraut. – Die Studierenden können typische Aufgaben aus dem Bereich der gewählten Veranstaltungen selbständig lösen. – weitere Qualifikationsziele gewählter Mathematik-Veranstaltungen: siehe bei der jeweiligen Veranstaltung *Bei Wahl von Veranstaltungen in einem Anwendungsfach:* – Die Studierenden erwerben weiterführende Kenntnisse aus einem Anwendungsgebiet der Mathematik und verstehen, wie Mathematik dort zur Modellbildung eingesetzt werden kann.
Inhalt, Literatur, Materialien	hängen von den gewählten Veranstaltungen ab
Verantwortlich	der Studiendekan des Mathematischen Instituts
Dozenten	alle Dozenten der Universität, welche Veranstaltungen anbieten, die für das Wahlmodul angerechnet werden können
Sprache	Deutsch oder Englisch.

Modul M 8	**MASTER-MODUL**	**33 ECTS**
Häufigkeit	jedes Semester	
Zusammensetzung	– Master-Arbeit (siehe Seite 27) – Präsentation der Master-Arbeit (siehe Seite 29)	30 ECTS 3 ECTS
Verwendbarkeit	In genau dieser Form tritt das Modul nur im MSc-Studiengang *Mathematik (PO 2014)* auf.	
Studienschwerpunkt	sämtliche Studienschwerpunkte	
Teilnahmebedingung	Es müssen mindestens 60 ECTS-Punkte in Mathematik erreicht sein.	
Vorkenntnisse	variieren je nach Schwerpunktgebiet und werden vom Betreuer der Master-Arbeit bekanntgegeben Siehe auch die typischen Anforderungen in den einzelnen Schwerpunktgebieten: `www.math.uni-freiburg.de/lehre/studiengaenge/schwerpunkte.html` und die typischen Studienverläufe in Abschnitt 3	
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Besprechungen, Vortrag, ggf. Seminarteilnahme*) – Selbststudium (*einschl. schriftlicher Ausarbeitung*)	130 h 860 h
Prüfungsleistung	Anfertigung der Master-Arbeit	
Studienleistungen	– Präsentation der Master-Arbeit in einem Ober- oder Projektseminar (und u. U. regelmäßige Teilnahme an diesem Seminar) – Konkrete Bedingungen an die Durchführung des Moduls und die Ausführung der Arbeit werden vom betreuenden Dozenten bekanntgegeben.	
Anmeldung	Anmeldung zur Master-Arbeit: schriftlich im Prüfungsamt unmittelbar nach Vergabe des Themas durch den Prüfer	
Qualifikationsziele	siehe bei den beiden Modulteilen	
Inhalt, Literatur	hängen vom konkreten Thema ab und werden mit dem Betreuer der Arbeit besprochen	
Materialien	siehe bei den beiden Modulteilen	
Verantwortlich	der Studiendekan des Mathematischen Instituts	
Dozenten	– alle prüfungsberechtigten Dozenten des Mathematischen Instituts (es besteht jedoch kein Anrecht, von einem bestimmten Dozenten betreut zu werden) – im Falle der Spezialisierung „Finanzmathematik“: Dozenten der Abteilung für Mathematische Stochastik	

Teilmodul M 8.1	**MASTER-ARBEIT**	**30 ECTS**
Häufigkeit	kann jederzeit begonnen werden (jedoch nicht notwendigerweise in jedem Schwerpunktgebiet/bei jedem Dozenten)	
Umfang	Dauer der Bearbeitungszeit: 6 Monate (es gibt keine formalen Vorgaben an die Anzahl der Seiten der Arbeit)	
Verwendbarkeit	*MSc Mathematik (PO 2014):* Teil des Master-Moduls	

Studienschwerpunkt	sämtliche Studienschwerpunkte
Teilnahmebedingung	Es müssen mindestens 60 ECTS-Punkte in Mathematik erreicht sein.
Vorkenntnisse	variieren je nach Schwerpunktgebiet und werden vom Betreuer der Master-Arbeit bekanntgegeben Siehe auch die typischen Anforderungen in den einzelnen Schwerpunktgebieten: `www.math.uni-freiburg.de/lehre/studiengaenge/schwerpunkte.html` und die typischen Studienverläufe in Abschnitt 3
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Besprechungen*) 100 h – Selbststudium (*Fachlektüre; Finden oder Ausführen mathematischer Beweise und/oder Berechnung von Beispielen und/oder Konstruktion von Algorithmen und/oder vergleichbare Aufgaben; schriftliche Ausarbeitung bzw. Dokumentation*) 800 h
Prüfungsleistung	Anfertigung der Arbeit
Studienleistungen	Die konkreten Bedingungen (z. B. regelmäßige Besprechungen, Zwischenberichte über den Fortschritt der Arbeit, konkrete Anforderungen an die schriftliche Ausarbeitung) werden zu Beginn von dem betreuenden Dozenten festgelegt und mit ihm besprochen.
Anmeldung	Anmeldung zur Master-Arbeit: schriftlich im Prüfungsamt unmittelbar nach Vergabe des Themas durch den Prüfer
Qualifikationsziele	– Die Studierenden lernen, selbständig wissenschaftlich zu arbeiten und neue mathematische Ergebnisse zu finden und zu formulieren. Sie sind dazu in der Lage, ein tiefergehendes mathematisches Thema im Selbststudium unter Anleitung zu erarbeiten und die dazu nötige Fachliteratur zu verstehen. – Die Studierenden können komplexe mathematische Zusammenhänge mathematisch präzise und in Fachleuten verständlicher Form schriftlich darstellen. – *In manchen Schwerpunktgebieten:* Die Studierenden können einen komplexen mathematischen Algorithmus entwerfen, implementieren und die Implementierung für Fachleute verständlich dokumentieren.
Inhalt, Literatur	hängen vom konkreten Thema ab und werden mit dem Betreuer der Arbeit besprochen Bei Wahl der Spezialisierung „Finanzmathematik“ muss das Thema der Master-Arbeit aus dem Bereich der Finanzmathematik stammen.
Materialien	Benötigte Skripte und Forschungsartikel sind online verfügbar oder werden vom Dozenten zur Verfügung gestellt; benötigte Bücher können in der Institutsbibliothek ausgeliehen oder eingesehen werden. Eventuell benötigte Computer und Software stehen im PC-Pool zur Verfügung.
Prüfer	der Betreuer der Master-Arbeit sowie ein weiterer Prüfer, der vom Fachprüfungsausschuss bestellt wird
Sprache	in der Regel Deutsch; auf Antrag auch Englisch oder Französisch (mit deutscher Zusammenfassung), sofern die Begutachtung sichergestellt ist
Bemerkungen	– Die Master-Arbeit wird ergänzt durch eine Präsentation der Arbeit im Rahmen eines Projekt- oder Oberseminars (siehe Seite 29). – Die Master-Arbeit ist in dreifacher Ausfertigung in gebundener Form im Prüfungsamt abzugeben, sowie in elektronischer Form.

Teilmodul M 8.2	**PRÄSENTATION DER MASTER-ARBEIT**	3 ECTS

Häufigkeit	in Absprache mit dem Betreuer der Arbeit zu einem beliebigen Zeitpunkt, spätestens während der auf die Abgabe der Master-Arbeit folgende Vorlesungszeit
Umfang	– etwa ein- bis anderthalbstündiger Vortrag, in der Regel in einem Ober- oder Projektseminar – bei regelmäßiger Teilnahme an dem Ober- oder Projektseminar: bis zu 2 SWS pro Woche
Verwendbarkeit	*MSc Mathematik PO 2014:* Master-Modul
Teilnahmebedingung	Die Master-Arbeit muss angemeldet sein und entweder abgeschlossen sein oder kurz vor dem Abschluss stehen.
Vorkenntnisse	keine über die Master-Arbeit hinausgehenden Vorkenntnisse
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vor- und Nachbesprechung, Vortrag, Seminarteilnahme*) 30 h – Selbststudium (*Vorbereitung des Vortrags*) 60 h
Prüfungsleistung	keine
Studienleistungen	– Vortrag über die Master-Arbeit – Eventuelle weitere Studienleistungen (z. B. konkrete Anforderungen an den Vortrag; Ausarbeitung des Vortrags als Präsentationsdatei, regelmäßige Teilnahme am Ober- oder Projektseminar) werden vom Betreuer der Master-Arbeit bekanntgegeben.
Anmeldung	erfolgt mit Anmeldung der Master-Arbeit
Qualifikationsziele	– Die Studierenden können selbst erarbeitete mathematische Ergebnisse didaktisch aufbereiten und in freiem Vortrag einem Fachpublikum verständlich und fachlich korrekt präsentieren. – Die Studierenden können Fragen zu ihrer Master-Arbeit beantworten und sich einer kritischen Diskussion stellen und ggf. sinnvolle Fragen zu den Master-Arbeiten von Kommilitonen stellen und deren Präsentationen konstruktiv-kritisch begleiten.
Inhalt, Literatur	hängen von der konkreten Master-Arbeit ab
Materialien	Präsentationsmedien (z. B. Beamer, Tafel) stehen bei Bedarf zur Verfügung
Dozenten	alle prüfungsberechtigten Dozenten des Mathematischen Instituts
Sprache	Deutsch oder Englisch (Vorträge in anderen Sprachen sind u. U. möglich)
Bemerkungen	– gekoppelt an die Vergabe und Betreuung einer Master-Arbeit (S. 27) – Die Präsentation findet in der Regel in einem Ober- oder Projektseminar statt, welches vom dem Betreuer der Master-Arbeit oder von der Arbeitsgruppe des Schwerpunktgebiets der Arbeit angeboten wird.

Module F1–Fx	**WIRTSCHAFTWISSENSCHAFTLICHE MODULE** – nur bei Spezialisierung „Finanzmathematik“ –	**18–21 ECTS**

Häufigkeit	jedes Semester Die Module können in einem Semester oder in mehreren (nicht notwendig aufeinanderfolgenden) Semestern absolviert werden.

Zusammensetzung	– Die 18–21 ECTS-Punkte können in beliebiger Stückelung durch wirtschaftswissenschaftliche Module erworben werden, die für die Profillinie *Finance* des *Master of Science in Economics* vorgesehen sind.
	– Mindestens 6 ECTS-Punkte davon müssen durch spezielle Wahlpflichtmodule der Profillinie *Finance* abgedeckt werden.
	– Die anderen 12-15 ECTS-Punkte können durch allgemeine Pflichtmodule, spezielle Pflichtmodule und spezielle Wahlpflichtmodule der Profillinie *Finance* abgedeckt werden.
	– Mögliche Module mit ihren Modulbeschreibungen (soweit vorhanden) siehe:
	`http://master.econ.uni-freiburg.de/programstructure/firstyear`
	`http://master.econ.uni-freiburg.de/programstructure/secondyear`
	Weitere Modulbeschreibungen finden sich vorläufig noch im Modulhandbuch des MSc-Studiengangs „Volkswirtschaftslehre“ `http://portal.uni-freiburg.de/vwl/studium/studiengaenge/msc-vwl-ordner/mhb-msc-vwl`

Verwendbarkeit	– MSc-Studiengang *Mathematik*: Wirtschaftswissenschaftliche Module in der Spezialisierung „Finanzmathematik“ *(PO 2014)* oder Wahlmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: fachfremde Wahlmodule (bei geeigneten Vorkenntnissen); einzelne Veranstaltungen auch als Mathematik-Module – *MSc Economics* und *MSc Volkswirtschaftslehre* – evtl. Wahlmodule in anderen Studiengängen
Studienschwerpunkt	Profillinie *Finance* im Master-Studiegang *Economics*
Teilnahmebedingung	in der Regel keine formalen Teilnahmebedingungen für Vorlesungen; bei anderen Veranstaltungsarten: siehe die Modulbeschreibungen im *Master in Economics* oder die Ankündigungen der Veranstaltungen im Vorlesungsverzeichnis
Vorkenntnisse	hängen von den gewählten Modulen ab; siehe jeweils bei den Modulbeschreibungen im *Master in Economics*
Arbeitsaufwand	540–630 h Die Aufteilung in Kontaktzeit und Selbststudium variiert in Abhängigkeit von der Wahl der Veranstaltungen.
Prüfungsleistung	keine
Studienleistungen	– Die Mathematik-Studierenden mit Spezialisierung „Finanzmathematik“ haben die gleichen Leistungen als Studienleistungen zu erbringen, welche die *Economics*-Studierenden als Studien- und Prüfungsleistung zu erbringen haben. – Die konkreten Studienleistungen hängen von den gewählten Modulen ab und stehen in der Modulbeschreibung im *Master in Economics* bzw. werden vom jeweiligen Dozenten bekanntgegeben.
Anmeldung	Je nach gewählter Veranstaltung kann es ein vorheriges Belegverfahren geben. Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung: – online innerhalb der Anmeldefrist der Wirtschaftswissenschaften

Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Funktionsweise moderner Finanzmärkte und -institutionen und die Anwendung quantitativer Methoden in den Wirtschaftswissenschaften. Sie verstehen, wie Mathematik zur Beschreibung des Verhaltens von Finanzprodukten und zur Modellierung von Finanzmärkten eingesetzt wird.
Inhalt, Literatur, Materialien	hängen von den gewählten Veranstaltungen ab
Verantwortlich	Siehe den jeweiligen Verantwortlichen der einzelnen Module in den Modulbeschreibungen des *Masters in Economics*
Dozenten	u. a. von Hammerstein, Lütkebohmert-Holtz und weitere Dozenten des *Masters in Economics*.
Sprache	Englisch Für die Wahl der Spezialisierung „Finanzmathematik“ und den Besuch der wirtschaftswissenschaftlichen Wahlmodule ist das Niveau B2 in Englisch erforderlich.

2.3 Vorlesungen für die Module „Reine Mathematik“, „Angewandte Mathematik“, „Mathematik“, das Vertiefungsmodul und das Wahlmodul

07LE23M-0130	ALGEBRA UND ZAHLENTHEORIE	9 ECTS

*Häufigkeit**	jährlich im Wintersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung, über ein Semester
*Verwendbarkeit**	Kategorie II, Reine Mathematik – BSc (PO 2012): Wahlpflichtmodul, *Vorlesung mit Übung A–D* – 2-Hf-B (PO 2015): Pflichtmodul – Lehramt (GymPO): Pflichtmodul
verwandte Module	– MSc (PO 2014): Modul *Reine Mathematik* und Wahlmodul
Studienschwerpunkt	Algebra und Zahlentheorie
*Teilnahmebedingung**	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Lineare Algebra I, II
*Arbeitsaufwand**	– Kontaktzeit 80 h – Selbststudium 190 h
*Prüfungsleistung**	im Wahlmodul: keine; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
*Studienleistung**	– Detaillierte, juristisch verbindliche Angaben zu den geforderten Studienleistungen finden sich in den semesterweisen Ergänzungen des Modulhandbuchs. – Die Studienleistung besteht in der Regel aus der regelmäßigen und erfolgreichen Teilnahme an den Übungen, sowie aus dem Bestehen der Abschlussklausur.
*Anmeldung**	– Übungsgruppenbelegung in der ersten Vorlesungswoche nach dem in der ersten Vorlesungsstunde bekanntgegebenen Verfahren. – Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung: online innerhalb der Anmeldefrist im Modul *Reine Mathematik* Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse in höherer Algebra und Zahlentheorie, auf denen Vertiefungen aufbauen können. – Sie üben die Techniken der linearen Algebra weiter ein. – Sie lernen einige klassische Probleme wie Winkeldreiteilung und Lösungsformeln für polynomiale Gleichungen kennen, verstehen ihre strukturelle Umformulierung in Termen moderner Mathematik und die Antworten. – Sie verstehen die Rolle von Invarianten und Strukturtransport beim Behandeln mathematischer Probleme.
*Inhalt**	– Grundbegriffe der Gruppentheorie: Normalteiler, Homomorphiesatz, Gruppenwirkungen, Symmetriegruppen – Grundbegriffe der Ringtheorie: Ideale und Primfaktorzerlegung, vor allem die Beispiele $\mathbb{Z}$ und $k[X]$, euklidischer Algorithmus, Restklassenringe, chinesischer Restsatz, elementare Resultate zur Primzahlverteilung, Bedeutung der Zahlentheorie in der Kryptografie – Grundlagen der Körpertheorie: endliche und algebraische Erweiterungen, Konstruierbarkeit mit Zirkel und Lineal, endliche Körper, kleiner Satz von Fermat – Auflösbarkeit von Gleichungen durch Radikale, elementarsymmetrische Polynome, Galois-Theorie, quadratisches Reziprozitätsgesetz – Aufbau der Zahlbereiche

	– optional: Sylow-Sätze, Strukturtheorie endlicher Gruppen, endliche Symmetriegruppen des Raumes und platonische Körper, Transzendenz von π – Ideen- und mathematikgeschichtliche Hintergründe der mathematischen Inhalte werden erläutert.
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
*Literatur**	– M. Artin: *Algebra.* Birkhäuser 1998. – S. Lang: *Algebra.* 3. Auflage, Springer 2005. – S. Bosch: *Algebra.* Springer Spektrum 2013. – R. Schulze-Pillot: *Einführung in die Algebra und Zahlentheorie.* Springer 2008.
Verantwortlich	der Studiendekan des Mathematischen Instituts
*Dozenten**	Huber-Klawitter, Junker, Kebekus, Soergel
Unterrichtssprache	Deutsch

07LE23M-1380	**ALGEBRAISCHE TOPOLOGIE**	**9 ECTS**

Häufigkeit	unregelmäßig
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul
Studienschwerpunkt	– Algebra und Zahlentheorie – Geometrie und Topologie
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Topologie (S. 69)
*nützliche Vorkenntnisse**	Algebra und Zahlentheorie (S. 33)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt

Qualifikationsziele	– Die Studierenden kennen die Grundbegriffe der algebraischen Topologie, insbesondere Homologie- und Kohomologiegruppen, und sind mit ihren grundlegenden Eigenschaften vertraut. Sie verstehen das Wechselspiel zwischen Algebra und Topologie. – Die Studierenden kennen ausgewählte Anwendungen der algebraischen Topologie, zum Beispiel den Brouwerschen Fixpunktsatz, und können algebraisch-topologische Methoden in anderen Gebieten wie Geometrie oder Algebra einsetzen.
Inhalt	– Homologie- und Kohomologietheorie (fundamentale Eigenschaften, Berechnungsmethoden, Anwendungen) – Grundlagen der homologischen Algebra Eventuell Einführung in die folgenden Gebiete: – Topologie von Mannigfaltigkeiten – Homotopiegruppen, Homotopietheorie
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– T. tom Dieck: *Algebraic Topology.* EMS textbooks in mathematics, European Mathematical Sociecty 2008. – K. Jänich: *Topologie.* 8. Auflage, Springer 2008. – A. Hatcher: *Algebraic Topology.* 13th printing, Cambridge University Press 2010. – E. H. Spanier: *Algebraic Topology.* Korrigierter Nachdruck, Springer 1995. – R. Stöcker, H. Zieschang: *Algebraische Topologie: Eine Einführung.* 2. Auflage, Teubner 1994.
Verantwortlich	Goette
Dozenten	Bangert, Goette, Huber-Klawitter, Kebekus, Soergel, Wendland
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1320 DIFFERENTIALGEOMETRIE (I) 9 ECTS

Häufigkeit	in der Regel jährlich im Wintersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul
Studienschwerpunkt	– Geometrie und Topologie
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Analysis III
*nützliche Vorkenntnisse**	Elementare Differentialgeometrie (S. 44), Topologie (S. 69), Algebraische Topologie (S. 34)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h

Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt

Qualifikationsziele	Die Studierenden sind mit den grundlegenden Begriffen der globalen Differentialgeometrie vertraut, insbesondere mit der Analysis auf Mannigfaltigkeiten. Sie erwerben Verständnis für die innere Krümmung höherdimensionaler Räume und kennen Beziehungen zur allgemeinen Relativitätstheorie.
Inhalt	Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Tensorfelder, Riemannsche Metriken, Levi-Cività-Zusammenhang, Riemannscher Krümmungstensor, Parallelverschiebung, Geodätische, Geometrische Bedeutung des Krümmungstensors.
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– M.P. do Carmo: *Riemannian Geometry.* Birkhäuser 1992. – John M. Lee: *Introduction to Smooth Manifolds.* GTM 218, 2. Auflage, Springer 2013. – John M. Lee: *Riemannian Geometry: An Introduction to Curvature.* GTM 176, Springer 1997.

Verantwortlich	Bangert
Dozenten	Bangert, Goette, Kuwert, Wang, Wendland
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1340 DIFFERENTIALGEOMETRIE II: KOMPLEXE GEOMETRIE — 9 ECTS

Häufigkeit	unregelmäßig; in der Regel wird jedes Jahr unter dem Obertitel „Differentialgeometrie II“ eine Fortsetzung der „Differentialgeometrie I“ angeboten
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	Geometrie und Topologie

Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Differentialgeometrie I (S. 35), Funktionentheorie (S. 46)

Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die wesentlichen Konzepte zur Beschreibung und Untersuchung komplexer Mannigfaltigkeiten und holomorpher Vektorbündel. Sie verstehen den grundlegenden Unterschied zwischen reellen differenzierbaren und komplexen Mannigfaltigkeiten. Für konkrete Beispiele können sie die wesentlichen geometrischen Daten komplexer Mannigfaltigkeiten und holomorpher Vektorbündel bestimmen. Die Studierenden kennen ausgewählte Klassen von Beispielen komplexer Mannigfaltigkeiten und deren spezielle Eigenschaften.
Inhalt	– fast komplexe Strukturen – Integrabilität fast komplexer Strukturen, komplexe Mannigfaltigkeiten – holomorphe Vektorbündel – Grundzüge der Dolbeault-Kohomologie – Kählergeometrie – optional: Existenz holomorpher Abbildungen und holomorpher Untermannigfaltigkeiten – optional: Kähler-Einstein-Metriken – optional: Calabi-Yau-Mannigfaltigkeiten, Anwendungen in der Physik – optional: charakteristische Klassen und Indexsätze
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– D. Huybrechts: *Complex Geometry*. Springer 2005. – R. O. Wells: *Differential Analysis on Complex Manifolds*. Springer 1986.
Verantwortlich	Wendland
Dozenten	Bangert, Goette, Wang, Wendland
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch
Bemerkungen	Unter dem Obertitel „Differentialgeometrie II“ werden verschieden ausgeprägte Fortsetzungen der Vorlesung „Differentialgeometrie“ angeboten. Die verschiedenen Ausprägungen zählen als verschiedene Vorlesungen und können daher getrennt angerechnet werden.

07LE23M-1330 DIFFERENTIALGEOMETRIE II: RIEMANNSCHE GEOMETRIE — 9 ECTS

Häufigkeit	unregelmäßig; in der Regel wird jedes Jahr unter dem Obertitel „Differentialgeometrie II“ eine Fortsetzung der „Differentialgeometrie I“ angeboten
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	Geometrie und Topologie
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Differentialgeometrie I (S. 35)
*nützliche Vorkenntnisse**	Differentialtopologie (S. 40), Algebraische Topologie (S. 34), Partielle Differentialgleichungen (S. 60), Variationsrechnung (S. 70)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in der Riemannschen Geometrie, die sie in die Lage versetzen, selbständig oder unter Anleitung wissenschaftliche Originalarbeiten zu diesem Thema zu verstehen. Sie kennen insbesondere die wichtigsten Beispielsklassen von Riemannschen Mannigfaltigkeiten, Beziehungen zwischen Krümmung und geometrischer oder topologischer Struktur und den analytischen Hintergrund dieser Beziehungen.
Inhalt	– Vergleichssätze für Riemannsche Mannigfaltigkeiten, deren Krümmungstensor durch Ungleichungen eingeschänkt ist – Homogene und symmetrische Räume
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– J. M. Lee: *Riemannian Manifolds. An Introduction to Curvature.* GTM 176, Springer 1997. – M. P. do Carmo: *Riemannian Geometry.* Birkhäuser 1992. – J. Cheeger, D. Ebin: *Comparison Theorems in Riemannian Geometry.* North-Holland 1975. – P. Petersen: *Riemannian Geometry.* GTM 171, Springer 1997.
Verantwortlich	Bangert

Dozenten	Bangert, Goette, Kuwert, Wang, Wendland
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch
Bemerkungen	Unter dem Obertitel „Differentialgeometrie II“ werden verschieden ausgeprägte Fortsetzungen der Vorlesung „Differentialgeometrie“ angeboten. Die verschiedenen Ausprägungen zählen als verschiedene Vorlesungen und können daher getrennt angerechnet werden.

07LE23 -1350	**DIFFERENTIALGEOMETRIE II: VEKTORBÜNDEL UND INDEXTHEORIE** **9 ECTS**
Häufigkeit	unregelmäßig; in der Regel wird jedes Jahr unter dem Obertitel „Differentialgeometrie II“ eine Fortsetzung der „Differentialgeometrie I“ angeboten
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	Geometrie und Topologie
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Differentialgeometrie I (S. 35)
*nützliche Vorkenntnisse**	Differentialtopologie (S. 40), Algebraische Topologie (S. 34)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in der Differentialgeometrie und -topologie, die sie in die Lage versetzen, selbständig oder unter Anleitung wissenschaftliche Originalarbeiten zu diesem Thema zu verstehen. – Sie verstehen die Beziehungen zwischen analytischen, geometrischen und topologischen Eigenschaften Riemannscher Mannigfaltigkeiten, wie sie sich zum Beispiel in Chern-Weil-Theorie und dem Atiyah-Singer-Indexsatz widerspiegeln.

Inhalt	– Differentialformen, de-Rham-Kohomologie – Vektorbündel auf Mannigfaltigkeiten, Zusammenhänge, Krümmung, Chern-Weil-Theorie – Elliptische Differentialoperatoren – Atiyah-Singer-Indexsatz mit Anwendungen
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– P. H. Bérard: *Spectral geometry: direct and inverse problems.* Springer 1986. – N. Berline, E. Getzler, M. Vergne: *Heat kernels and Dirac operators.* GTM 298, Springer 1992. – R. Bott, L. W. Tu: *Differential forms in algebraic topology.* GTM 82, 3. korrigierter Nachdruck, Springer 2006. – J. Roe: *Elliptic operators, topology and asymptotic methods.* 2. Auflage, Longman 1998. – W. Zhang: *Lectures on Chern-Weil Theory and Witten Deformations.* World Scientific 2001.
Verantwortlich	Goette
Dozenten	Bangert, Goette, Wendland
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch
Bemerkungen	Unter dem Obertitel „Differentialgeometrie II“ werden verschieden ausgeprägte Fortsetzungen der Vorlesung „Differentialgeometrie“ angeboten. Die verschiedenen Ausprägungen zählen als verschiedene Vorlesungen und können daher getrennt angerechnet werden.

07LE23M-1390 DIFFERENTIALTOPOLOGIE 9 ECTS

Häufigkeit	unregelmäßig
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul
Studienschwerpunkt	– Algebra und Zahlentheorie – Geometrie und Topologie
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Analysis III
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung

Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung und ggf. an der Klausur
Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die wesentlichen Konzepte zur Beschreibung und Untersuchung von differenzierbaren Mannigfaltigkeiten sowie von Untermannigfaltigkeiten. Sie sind mit der Definition von Vektorfeldern und von Flüssen vertraut und verstehen den Zusammenhang zwischen deren lokalen und globalen Eigenschaften. Für konkrete Beispiele können sie die wesentlichen topologischen Invarianten differenzierbarer Mannigfaltigkeiten bestimmen.
Inhalt	– differenzierbare Mannigfaltigkeiten – Vektorfelder und Flüsse, Differentialformen – Transversalität – Satz von Sard und Whitney'scher Einbettungssatz – Satz von Poincaré-Hopf und Eulercharakteristik – optional: Abbildungsgrad und Schnittzahl – optional: Satz von Stokes – optional: de-Rham-Kohomologie – optional: Morsetheorie
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– Th. Bröcker, K. Jänich: *Introduction to differential topology.* Cambridge University Press 1982. – V. Guillemin, A. Pollack: *Differential Topology.* Prentice-Hall 1974. – J. Milnor: *Topology from the differentiable viewpoint.* The University Press of Virginia 1965.
Verantwortlich	Wendland
Dozenten	Bangert, Goette, Wang, Wendland
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1510 EINFÜHRUNG IN THEORIE UND NUMERIK PARTIELLER DIFFERENTIALGLEICHUNGEN 9 ECTS

Häufigkeit	in der Regel jährlich im Wintersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *Lehramt Mathematik (GymPO 2010)*: Wahlpflichtmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Angewandte Mathematik", „Mathematik" und im Wahlmodul
Studienschwerpunkt	Angewandte Analysis und Numerik

Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungeng
*notwendige Vorkenntnisse**	Analysis III (im Lehramtsstudium: Mehrfachintegrale)
*nützliche Vorkenntnisse**	Numerik für Differentialgleichungen, Funktionalanalysis (S. 45)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung und ggf. an der Klausur
Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studierenden sind in der Lage, prototypische partielle Differentialgleichungen zu diskretisieren, numerisch zu lösen und den Diskretisierungsfehler abzuschätzen. – Sie beherrschen die Untersuchung der Interpolationseigenschaften von Finite-Elemente-Methoden. – Kritische Aspekte wie die Konditionierung von Systemmatrizen können von ihnen eingeschätzt und für Modellbeispiele analysiert werden.
Inhalt	– Modellierung, Klassifizierung von Differentialgleichungen 2. Ordnung, klassische Lösungen der Poisson-Gleichung – Sobolev-Räume, Sobolevsche Einbettungssätze, Existenz und Regularität schwacher Lösungen – Finite Elemente, Ritz-Galerkin-Verfahren, Implementierung, Interpolation und Fehlerabschätzung, Randapproximation, Kondition der Steifigkeitsmatrix, Fehlerschätzer
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– D. Braess: *Finite Elemente: Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie.* Springer 1992. – S. C. Brenner, L. R. Scott: *The mathematical theory of finite element methods.* Springer 1995. – G. Dziuk: *Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen.* De Gruyter 2010. – Ch. Großmann, H.-G. Roos: *Numerik partieller Differentialgleichungen.* Teubner 1992.
Verantwortlich	Geschäftsführender Direktor der Abteilung für Angewandte Mathematik
Dozenten	Bartels, Kröner, Růžička und weitere Dozenten der Abteilung für Angewandte Mathematik
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch
Bemerkungen	Begleitend zur Vorlesung gibt es in der Regel eine Praktische Übung, die zusätzlich im Wahlmodul angerechnet werden kann – siehe Seite 77.

07LE23M-1310	**ELEMENTARE DIFFERENTIALGEOMETRIE** **9 ECTS**
Häufigkeit	in der Regel alle zwei Jahre im Sommersemester, im jährlichen Wechsel mit Topologie
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *Lehramt Mathematik (GymPO 2010)*: Wahlpflichtmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: im Modul „Reine Mathematik“ und im Wahlmodul
Studienschwerpunkt	Geometrie und Topologie
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Analysis III (im Lehramtsstudium: Mehrfachintegrale)
*nützliche Vorkenntnisse**	Topologie (S. 69)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung und an der Klausur
Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen, wie Analysis und lineare Algebra zum Studium gekrümmter Kurven und Flächen eingesetzt werden. Sie vertiefen so auch ihre Kenntnisse aus den Grundvorlesungen in geometrischer Richtung. Sie können Krümmungen von Kurven und Flächen definieren, geometrisch veranschaulichen und in konkreten Fällen berechnen. Sie können zwischen lokalen und globalen Aussagen und zwischen Phänomenen der äußeren und der inneren Geometrie von Flächen unterscheiden. Sie kennen Beziehungen der Differentialgeometrie zu anderen mathematischen Gebieten (Variationsrechnung, Differentialgleichungen, Funktionentheorie, Topologie) und Anwendungen der Differentialgeometrie außerhalb der Mathematik (Kartographie, Optik, CAGD).
Inhalt	Kurventheorie in der Ebene und im Raum, globale Ergebnisse über Kurven, 1. und 2. Fundamentalform von Flächen, Theorema Egregium, innere Geometrie, Geodätische, Satz von Gauss-Bonnet
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– M. P. do Carmo: *Differential Geometry of Curves and Surfaces.* Prentice-Hall 1976. – C. Bär: *Elementare Differentialgeometrie.* 2. Auflage, de Gruyter 2010. – S. Montiel and A. Ros: *Curves and Surfaces.* American Mathematical Society 2005.

Verantwortlich	Bangert
Dozenten	Bangert, Goette, Kuwert, Wang, Wendland
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1230	**FUNKTIONALANALYSIS**	**9 ECTS**

Häufigkeit	in der Regel jährlich im Sommersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Angewandte Mathematik“, „Reine Mathematik“ und im Wahlmodul
Studienschwerpunkt	– Analysis – Angewandte Analysis und Numerik
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Analysis III
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung und ggf. an der Klausur
Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	Die Studierenden erlernen in der Vorlesung grundlegende Prinzipien der Funktionalanalysis, insbesondere den Umgang mit unendlich-dimensionalen Banach-Räumen, Abbildungen und Konvergenzbegriffen auf diesen.
Inhalt	– Hilbert-Raum: Projektionssatz, Rieszscher Darstellungssatz, adjungierte Operatoren, Orthogonalsysteme, kompakte Operatoren, Spektraltheorie, Lemma von Lax-Milgram. – Banach-Raum: Dualraum, Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit, Satz von Hahn-Banach, schwache Konvergenz, Reflexivität, adjungierte Operatoren, kompakte Operatoren, Fredholmsche Alternative. – Metrische Räume, Funktionenräume, Dualitätstheorie, Lebesgue- und Sobolev-Räume.
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– H. W. Alt: *Lineare Funktionalanalysis.* 6. Auflage, Springer 2012.

	– H. Brézis: *Analyse Fonctionelle.* Masson 1987.

Verantwortlich	Růžička
Dozenten	Bartels, Kröner, Kuwert, Růžička, Wang
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch
Bemerkungen	Funktionalanalysis liegt in der Schnittstelle von Angewandter und Reiner Mathematik und kann für beide Bereiche eingesetzt werden.

07LE23M-1210 FUNKTIONENTHEORIE 9 ECTS

Häufigkeit	jährlich im Sommersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *Lehramt Mathematik (GymPO 2010)*: Pflicht- bzw. Wahlpflichtmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: im Modul „Reine Mathematik“ oder im Wahlmodul
Studienschwerpunkt	nützlich für: Algebra und Zahlentheorie; Analysis; Geometrie und Topologie

Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Lineare Algebra I, Analysis I, II
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung und an der Klausur
Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt

Qualifikationsziele	– Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte und Methoden der komplexen Analysis und sind mit ihnen vertraut. Sie verstehen die grundlegenden Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen reeller und komplexer Analysis. Sie verstehen, wie mit komplex-analytische Methoden die Lösungen von Problemen der reellen Analysis ermöglicht werden und können dies in konkreten Situationen durchführen. – Die Studierenden kennen ausgewählte Anwendungen der Funktionentheorie, welche Verbindungen zu anderen Gebieten wie etwa Algebra, Geometrie oder Zahlentheorie schlagen.
Inhalt	– reelle und komplexe Differenzierbarkeit, holomorphe Funktionen

	– Cauchyscher Integralsatz und Cauchysche Integralformel, Kurvenintegrale, Potenzreihenentwicklung, Identitätssatz, Gebietstreue, Maximumprinzip – Isolierte Singularitäten, elementare holomorphe Funktionen, meromorphe Funktionen, Laurent-Reihen – Residuensatz und Anwendungen, Fundamentalsatz der Algebra – Weitere ausgewählte Kapitel der Funktionentheorie, z.B. Satz von Montel, Möbius-Transformationen, Riemannscher Abbildungssatz
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– R. Remmert, G. Schumacher: *Funktionentheorie 1*, 5. Auflage, Springer 2002. – R. Remmert, G. Schumacher: *Funktionentheorie 2*, 3. Auflage, Springer 2007. – E. Freitag, R. Busam: *Funktionentheorie 1*, 4. Auflage, Springer 2006. – E. Freitag: *Funktionentheorie 2*, 2. Auflage, Springer Spektrum 2014.
Verantwortlich	Kebekus
Dozenten	Goette, Kebekus, Kuwert, Soergel, Wendland, Ziegler u. a.
Unterrichtssprache	Deutsch

07LE23M-1225	**FUNKTIONENTHEORIE II: MODULFORMEN**	**9 ECTS**

Häufigkeit	in der Regel jährlich im Sommersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *Lehramt Mathematik (GymPO 2010)*: Wahlpflichtmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik", „Mathematik", im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul
Studienschwerpunkt	– Geometrie und Topologie – Algebra und Zahlentheorie
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Funktionentheorie (S. 46),
*nützliche Vorkenntnisse**	Topologie (S. 69),
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung und ggf. an der Klausur

Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studierenden sollen die grundlegenden Konzepte und Methoden der Funktionentheorie in der Theorie der elliptischen Kurven und Modulformen anwenden. Sie sollen eine Einführung in die Theorie der Riemannschen Flächen erhalten und grundlegende Konzepte der Topologie mittels komplex-analytischer Methoden verstehen. – Die Studierenden sollen die Verbindungen der Funktionentheorie zur Algebra, Geometrie, Zahlentheorie und insbesondere zu Modulräumen kennen lernen.
Inhalt	– Elliptische Funktionen und elliptische Kurven, Additionstheorem, Isogenien – Modulgruppe $\mathrm{SL}_2(\mathbb{Z})$ und ihre Kongruenzuntergruppen – Riemannsche Flächen und Modulkurven – Modulformen für $\mathrm{SL}_2(\mathbb{Z})$ und ihre Kongruenzuntergruppen – Differentialgleichungen für Modulformen – Jacobi-Formen und Thetareihen – Optional: Weitere ausgewählte Kapitel, z.B. Riemannscher Uniformisierungssatz, Hecke-Operatoren, Dirichlet'sche L-Funktionen, Mellin-Transformation, Konforme Abbildungen
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– E. Freitag, R. Busam: *Funktionentheorie 1*, 4. Auflage, Springer 2006. – E. Freitag: *Funktionentheorie 2*, 2. Auflage, Springer Spektrum 2014. – N. Koblitz: *Introduction to Elliptic Curves and Modular Forms.* Springer 1993. – D. Zagier: *Elliptic Modular Forms and Their Applications.* In: J. H. Bruinier et. al.: *The 1-2-3 of Modular Forms.* Universitext, Springer 2008. – F. Diamond, J. Shurman: *A First Course in Modular Forms.* Springer 2005. – M. Eichler, D. Zagier: *The Theory of Jacobi Forms.* Birkhäuser 1985.
Verantwortlich	Scheidegger
Dozenten	Scheidegger
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch
Bemerkungen	unter dem Obertitel „Funktionentheorie II" werden unregelmäßig Fortsetzungen der Vorlesung „Funktionentheorie" angeboten; Modulformen stellen ein mögliches Thema dar

07LE23M-1270 GEOMETRISCHE ANALYSIS 9 ECTS

Häufigkeit	in der Regel jährlich im Wintersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik", „Mathematik", im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9

Studienschwerpunkt	Analysis
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Funktionalanalysis (S. 45)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen die Beziehung zwischen globalen Existenz- und Eindeutigkeitsfragen und der Theorie der partiellen Differentialgleichungen, etwa am Beispiel der Hodge-Theorie, der harmonischen Abbildungen, der Evolution nach der mittleren Krümmung und der Coulomb-Eichungen. Hierdurch sind sie in der Lage, mit entsprechender Anleitung wissenschaftliche Originalarbeiten aus dem Gebiet zu lesen. Die Studierenden kennen Ansätze zur Analysis von Singularitäten.
Inhalt	– analytische Techniken im Kontext von geometrischen Fragestellungen, z. B.: – L^2-Regularitätstheorie für elliptische Systeme auf Mannigfaltigkeiten und Anwendung auf harmonische Differentialformen – $C^{2,\alpha}$-Regularitätstheorie für parabolische Systeme auf Mannigfaltigkeiten und Anwendung auf die Kurzzeitexistenz für geometrische Evolutionsgleichungen, zum Beispiel den mittleren Krümmungsfluss – Einbettungssätze von Sobolev mit Anwendungen auf konform invariante Variationsprobleme.
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– T. Aubin: *Nonlinear Analysis on Manifolds, Monge-Ampère Equations.* Springer 1982. – J. Jost: *Riemannian Geometry and Geometric Analysis.* 5. Auflage, Springer 2008.
Verantwortlich	Kuwert
Dozenten	Kuwert, Wang
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch
Bemerkung	alternativer Vorlesungstitel: „Geometrische Partielle Differentialgleichungen“

07LE23V-1290	GEOMETRISCHE MASSTHEORIE	9 ECTS

Häufigkeit	unregelmäßig
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	Analysis
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Funktionalanalysis (S. 45)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studierenden sind vertraut mit maßtheoretischen Konzepten, einschließlich der Anwendungen auf die Existenz minimierender Flächen. – Sie kennen Methoden zum Studium von Singularitäten, insbesondere die Monotonieformel.
Inhalt	Cacciopoli-Mengen, Varifolds, Currents
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– E. Giusti: *Minimal Surfaces and Functions of Bounded Variation.* Birkhäuser 1984. – F. Morgan: *Geometric Measure Theory. A Beginner's Guide.* 4. Auflage, Elsevier 2009. – H. Federer: *Geometric Measure Theory.* GTM 153, Springer 1969.
Verantwortlich	Kuwert
Dozenten	Bangert, Kuwert
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1110	**KOMMUTATIVE ALGEBRA UND EINFÜHRUNG IN DIE ALGEBRAISCHE GEOMETRIE** **9 ECTS**
Häufigkeit	in der Regel jährlich im Sommersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *Lehramt Mathematik (GymPO 2010)*: Wahlpflichtmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul
Studienschwerpunkt	Algebra und Zahlentheorie
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Lineare Algebra I, II
*nützliche Vorkenntnisse**	Algebra und Zahlentheorie (S. 33), elementare Differentialgeometrie (S. 44), Differentialtopologie (S. 40)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung und ggf. an der Klausur
Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studenten verstehen die Entsprechung zwischen dem geometrischen Konzept eines Raums und dem algebraischen Konzept eines Rings. – Sie kennen die geometrische Bedeutung algebraischer Konzepte und sind in der Lage, geometrische Sachverhalte algebraisch zu beweisen.

Inhalt	– Noethersche Ringe und Moduln, Polynomringe in mehreren Variablen, Restklassenringe und Lokalisierung
	– affine Varietäten, Hilbertscher Nullstellensatz, Primideale und irreduzible Varietäten, Funktionenkörper, reguläre Funktionen
	– Krull-Dimension, Noether-Normalisierung, ganzer Abschluss
	– weiterführende Themen, zum Beispiel:
	  – Regularitätstheorie, Hilbert-Samuel-Polynom, Differentiale
	  – projektive Varietäten und Satz von Bezout
	  – effektive algebraische Geometrie, Gröbner-Basen

Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– D. Eisenbud: *Commutative algebra, with a view toward algebraic geometry.* GTM 150, Nachdruck, Springer 2004.

	– W. Fulton: *Algebraic Curves: An Introduction to Algebraic Geometry*. Benjamin 1969. (Auch als kostenloses e-Book verfügbar.) – B. Hassett: *Introduction to Algebraic Geometry*. Cambridge University Press 2007.
Verantwortlich	Kebekus
Dozenten	Huber-Klawitter, Kebekus, Soergel
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1410	**MATHEMATISCHE LOGIK**	**9 ECTS**

Häufigkeit	in der Regel jährlich im Sommersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *Lehramt Mathematik (GymPO 2010)*: Wahlpflichtmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“ und im Wahlmodul
Studienschwerpunkt	Mathematische Logik
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	eine Grundvorlesung in Mathematik (Lineare Algebra I oder Analysis I)
*nützliche Vorkenntnisse**	Lineare Algebra I, Analysis I
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung und ggf. an der Klausur
Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studierenden sind mit den Grundkenntnisse der Mathematischen Logik vertraut. – Die Studierenden können über die Grundlagen und die Methoden der Mathematik reflektieren.
Inhalt	Die Vorlesung führt über das Studium der Logik der ersten Stufe, dem Prädikatenkalkül, zu einer Diskussion von Grundlagenfragen: Was ist ein mathematischer Beweis? Wie lassen sich Beweise rechtfertigen? Kann man jeden wahren Satz beweisen? Kann man das Beweisen Computern überlassen?

Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– M. Ziegler: *Mathematische Logik*. Birkhäuser 2010.

Verantwortlich	Ziegler
Dozenten	Mildenberger, Ziegler
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1620 MATHEMATISCHE STATISTIK 9 ECTS

Häufigkeit	etwa jährlich, abwechselnd im Sommer- und Wintersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Angewandte Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	Mathematische Stochastik und Finanzmathematik

Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Wahrscheinlichkeitstheorie (S. 71)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt

Qualifikationsziele	– Die Studierenden kennen grundlegende Methoden, Begriffe und Fragestellungen der Statistik, insbesondere Methoden der statistischen Entscheidungtheorie auf maßtheoretischer Grundlage. – Sie kennen die Herleitung und Begründung klassischer statistischer Verfahren aus Test- und Schätztheorie. – Sie kennen die Anwendung zentraler Sätze der Wahrscheinlichkeitstheorie im Hinblick auf Datenauswertung und statistische Entscheidungen.
Inhalt	Statistische Modelle, Entscheidungstheorie, Suffizienz, Invarianz, Vollständigkeit, Einführung in die asymptotische Statistik

Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– L. Breiman: *Statistics*. Houghton Mifflin 1973. – L. Rüschendorf: *Mathematische Statistik*. Springer 2014. – H. Witting: *Mathematische Statistik*. Teubner 1985.
Verantwortlich	Geschäftsführender Direktor der Abteilung für Mathematische Stochastik
Dozenten	Lerche, Pfaffelhuber, Rüschendorf und weitere Dozenten der Abteilung für Mathematische Stochastik
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1440 MENGENLEHRE (I) 9 ECTS

Häufigkeit	in der Regel alle zwei Jahre im Wintersemester, im jährlichen Wechsel mit Modelltheorie
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *Lehramt Mathematik (GymPO 2010)*: Wahlpflichtmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul
Studienschwerpunkt	Mathematische Logik
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Mathematische Logik (S. 52)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studierenden kennen die Axiomensysteme ZFC (Zermelo und Fraenkel, mit Auswahlaxiom) und NBG – Die Studierenden verstehen einfachere kombinatorische Konsequenzen aus den Axiomen. – Die Studierenden wissen um die Unvollständigkeit der Mengenlehre.

Inhalt	– Axiome, transfinite Rekursion, Kardinalzahlen, Ordinalzahlen, einfache Kardinalzahlenarithmetik, Kombinatorik, Konstruktibilität, Absolutheit, große Kardinalzahlen – eventuell Beginn der Einführung in Forcing.
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– H. D. Ebbingshaus: *Einführung in die Mengenlehre.* 4. Auflage, Spektrum 2003. – Th. Jech: *Set Theory.* 3. Auflage, 6. korrigierter Druck, Springer 2006. – A. Kanamori: *The higher infinite. Large cardinals in set theory from their beginnings.* 2. Auflage, Springer 2003. – K. Kunen: *Set Theory.* Revidierte Auflage, College Publications 2011.

Verantwortlich	Mildenberger
Dozenten	Mildenberger, Ziegler
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch
Bemerkung	Die Vorlesung kann u. U. auch unter dem Titel „Axiomatische Mengenlehre“ vorkommen.

07LE23M-1455 MENGENLEHRE II: KARDINALZAHLARITHMETIK 9 ECTS

Häufigkeit	etwa alle vier Semester gibt es eine Vorlesung Mengenlehre II mit wechselndem Inhalt
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	Mathematische Logik

Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Mathematische Logik (S. 52), Mengenlehre I (S. 54)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt

Qualifikationsziele	– Ausnutzung des Auswahlaxioms zur Wahl von besonderen Skalen in reduzierten Produkten, – Erlernen von Zusammenhängen zwischen Konfinalitäten und der Kardinalzahlexponentiation
Inhalt	Kardinalzahlenarithmetik, insbesondere Ergebnisse innerhalb von ZFC über Kardinalzahlexponentation, Shelahs pcf-Theorie, Kardinalzahlexponentiation oberhalb einer superkompakten Kardinalzahl, Ultrapotenzen des Universums
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– U. Abraham, M. Magidor: *Cardinal arithmetic.* Seiten 1149–1227 in: M. Foreman, A. Kanamori (Hrsg.): *Handbook of Set Theory.* Springer 2010. – M. Burke, M. Magidor: “Shelah’s pcf theory and its applications”. *Annals of Pure and Applied Logic*, Band 50 Nummer 3 (1990), S. 207–254. – M. Holz, K. Steffens. E. Weitz: *Introduction to Cardinal Arithmetic.* Birkhäuser 1999. – M. Kojman: *The A,B,C of pcf.* `http://www.cs.bgu.ac.il/~kojman/paperslist.html` – S, Shelah: *Cardinal Arithmetic.* Clarendon Press 1994.

Verantwortlich	Mildenberger
Dozenten	Mildenberger
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch
Bemerkung	Unter dem Obertitel „Mengenlehre II“ werden unregelmäßig Fortsetzungen der Vorlesung „Mengenlehre I“ angeboten; zwei mögliche Themen sind „Kardinalzahlenarithmetik“ und „Unabhängigkeitsbeweise“ (S. 56). Die verschiedenen Ausprägungen zählen als verschiedene Vorlesungen und können daher getrennt angerechnet werden.

07LE23M-1450 MENGENLEHRE II: UNABHÄNGIGKEITSBEWEISE 9 ECTS

Häufigkeit	etwa alle vier Semester gibt es eine Vorlesung Mengenlehre II mit wechselndem Inhalt
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	Mathematische Logik

Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Mathematische Logik (S. 52), Mengenlehre I (S. 54)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h

Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt

Qualifikationsziele	– Verstehen einer relativen Konsistenz, – Erlernen der Forcingtechnik, – sicherer Umgang mit den Rechenregeln für Forcing, – im Idealfall die Konstruktion eigener Forcings im Hinblick auf offene Fragen
Inhalt	Axiome der Mengenlehre, Techniken zum Nachweis von Nichtbeweisbarkeiten, Beweis der Unabhängigkeit der Kontinuumshypothese, Iteriertes Forcing
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– H. D. Ebbingshaus: *Einführung in die Mengenlehre.* 4. Auflage, Spektrum 2003. – Th. Jech: *Set Theory.* 3. Auflage, 6. korrigierter Druck, Springer 2006. – K. Kunen: *Set Theory.* Revidierte Auflage, College Publications 2011.

Verantwortlich	Mildenberger
Dozenten	Mildenberger
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch
Bemerkung	Unter dem Obertitel „Mengenlehre II“ werden etwa alle zwei Jahre Fortsetzungen der Vorlesung „Mengenlehre I“ angeboten; zwei mögliche Themen sind „Kardinalzahlenarithmetik“ (S. 55) und „Unabhängigkeitsbeweise“. Die verschiedenen Ausprägungen zählen als verschiedene Vorlesungen und können daher getrennt angerechnet werden.

07LE23Mx-1420 MODELLTHEORIE (I) 9 ECTS

Häufigkeit	in der Regel alle zwei Jahre im Wintersemester, im jährlichen Wechsel mit Mengenlehre
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *Lehramt Mathematik (GymPO 2010)*: Wahlpflichtmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul
Studienschwerpunkt	Mathematische Logik

Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Mathematische Logik (S. 52)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	Genaue Kenntnis der grundlegenden Begriffe, Lehrsätze und Argumentationen der Modelltheorie der Theorien erster Stufe. Darüberhinaus die Fähigkeit diese Kenntnisse selbständig zur Lösungs modelltheoretischer Fragen zu verwenden.
Inhalt	Die Modelltheorie untersucht den Zusammenhang zwischen formalen Eigenschaften einer Theorie T erster Stufe und den algebraischen Eigenschaften ihrer Modelle. Themen u. a.: – Quantorenelimination, $\aleph_0$-Kategorizität und Satz von Ryll-Nardzewski, $\aleph_1$-Kategorizität, Satz von Morley und Satz von Baldwin-Lachlan
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– K. Tent, M. Ziegler: *A course in model theory.* Cambridge University Press 2012. – D. Marker: *Model Theory: An introduction.* Springer 2002. – W. Hodges: *A shorter Model Theory.* Cambridge University Press 1997.
Verantwortlich	Ziegler
Dozenten	Junker, Mildenberger, Ziegler
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1430 MODELLTHEORIE II 9 ECTS

Häufigkeit	unregelmäßig
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	Mathematische Logik
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen

*notwendige Vorkenntnisse**	Modelltheorie I (S. 57)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	Vertrautheit mit der modernen Strukturtheorie von Theorien erster Stufe.
Inhalt	Aus den folgenden Themen wird jeweils eine Auswahl getroffen: – Stabile Theorien, Klassifikationstheorie, Einfache Theorien, O-minimale Theorien, Neostability, Anwendungen in Algebra und Zahlentheorie.
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– K. Tent, M. Ziegler: *A course in model theory.* Cambridge University Press 2012.
Verantwortlich	Ziegler
Dozenten	Ziegler
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1240 NICHTLINEARE FUNKTIONALANALYSIS 9 ECTS

Häufigkeit	unregelmäßig
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Angewandte Mathematik“, „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	– Analysis – Angewandte Analysis und Numerik
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Funktionalanalysis (S. 45)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h

	– Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen grundlegende Konzepte zur Analyse nichtlinearer Probleme. Diese Konzepte werden auf stationäre und zeitabhängige partielle Differentialgleichungen angewendet.
Inhalt	Fixpunktsätze, Sobolev-Bochner-Räume, monotone Operatoren, Abbildungsgrad, quasilineare partielle Differentialgleichungen
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– H. W. Alt: *Lineare Funktionalanalysis.* 6. Auflage, Springer 2012. – M. Růžička: *Nichtlineare Funktionalanalysis: eine Einführung.* Springer 2004
Verantwortlich	Geschäftsführender Direktor der Abteilung für Angewandte Mathematik
Dozenten	Dozenten der Abteilung für Angewandte Mathematik
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch
Bemerkungen	Funktionalanalysis liegt in der Schnittstelle von Angewandter und Reiner Mathematik und kann für beide Bereiche eingesetzt werden.

07LE23M-1250 PARTIELLE DIFFERENTIALGLEICHUNGEN (I) 9 ECTS

Häufigkeit	in der Regel jährlich im Sommersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul
Studienschwerpunkt	Analysis
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Analysis III
*nützliche Vorkenntnisse**	Funktionalanalysis (S. 45)

Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	Die Studierenden können lineare elliptische und parabolische Randwertprobleme formulieren. Sie kennen die Hauptresultate zur Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen, insbesondere Maximumprinzip, schwache Lösungsmethoden und a priori Abschätzungen in L2 und Hölder-Räumen. Die Studierenden können Anwendungsbeispiele aus Geometrie und Physik nennen.
Inhalt	Grundlegende Eigenschaften linearer elliptischer und parabolischer Gleichungen, Existenz von Lösungen, Darstellungssätze, Maximumprinzip, schwache Formulierung elliptischer Gleichungen, Dirichlet-Prinzip, Regularitätstheorie.
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– L. C. Evans: *Partial Differential Equations.* 2. Auflage, American Mathematical Society 2010. – D. Gilbarg, N. S. Trudinger: *Elliptic Partial Differential Equations of Second Order.* GTM 224, Nachdruck der 2. Auflage, Springer 2001. – J. Jost: *Partielle Differentialgleichungen: elliptische (und parabolische) Gleichungen.* Springer 1998.
Verantwortlich	Kuwert
Dozenten	Bartels, Kröner, Kuwert, Růžička, Wang
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1260 PARTIELLE DIFFERENTIALGLEICHUNGEN II 9 ECTS

Häufigkeit	unregelmäßig
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	Analysis
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen

*notwendige Vorkenntnisse**	Funktionalanalysis (S. 45), Partielle Differentialgleichungen I (S. 60)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studenten haben vertiefte Kenntnisse in der Theorie partieller Differentialgleichungen. – Sie kennen relevante Techniken zur Analysis linearer und nichtlinearer, elliptischer und parabolischer Differentialgleichungen.
Inhalt	– L^p-Theorie – Die Harnacksche Ungleichung – De Giorgi-Moser-Iteration – Anwendungen auf geometrische Probleme – optional: Yamabe-Gleichung, voll nichtlineare Gleichungen
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– D. Gilbarg, N. S. Trudinger: *Elliptic Partial Differential Equations of Second Order*. GTM 224, Nachdruck der 2. Auflage, Springer 2001. – J. Jost: *Partielle Differentialgleichungen: elliptische (und parabolische) Gleichungen*. Springer 1998. – E. DiBenedetto: *Partial Differential Equations*. 2. Auflage, Birkhäuser 2001. – L. C. Evans: *Partial Differential Equations*. 2. Auflage, American Mathematical Society 2010.
Verantwortlich	Wang
Dozenten	Bartels, Kröner, Kuwert, Růžička, Wang
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1640 STOCHASTISCHE INTEGRATION UND FINANZMATHEMATIK

9 ECTS

Häufigkeit	in der Regel jährlich im Sommersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester

Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Angewandte Mathematik", „Mathematik", im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	Mathematische Stochastik und Finanzmathematik
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Stochastische Prozesse (S. 65)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studierenden kennen die grundlegenden Konstruktionen und Eigenschaften von stochastsichen Integralen und stochastischen Differentialgleichungen. – Sie sind vertraut mit der Itô-Formel und der Methode des Maßwechsels bei stochastischen Prozessen. – Sie kennen Modellierungsansätze und grundlegende Methoden der Preisbestimmung in der Finanzmathematik.
Inhalt	Stochastische Integration bezüglich Brownscher Bewegung und bezüglich (lokaler) Martingale, Quadratische Variation, Itô-Formel, Stochastische Differentialgleichungen, Stochastische Exponentiale, Girsanov-Theoreme, Grundlagen der Finanzmathematik, Vollständige Märkte, No-Arbitrage-Prinzip, Fundamentalsätze, (Super-) Hedging
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– A. Klenke: *Wahrscheinlichkeitstheorie*. Springer 2008. – O. Kallenberg: *Foundations of Modern Probability*. Springer 2002. – D. Lamberton, B. Lapeyre: *Introduction to Stochastic Calculus Applied to Finance*. Chapman and Hall 2002. – P. Protter: *Stochastic Integration and Differential Equations*. Springer 2003. – R. Schilling, L. Partzsch: *Brownian Motion*. De Gruyter 2012. – S. Shreve: *Stochastic Calculus for Finance II: Continuous-Time Models*. Springer 2008.
Verantwortlich	Geschäftsführender Direktor der Abteilung für Mathematische Stochastik
Dozenten	Lerche, Pfaffelhuber, Rüschendorf und weitere Dozenten der Abteilung für Mathematische Stochastik

Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1630	**STOCHASTISCHE PROZESSE**	**9 ECTS**

Häufigkeit	in der Regel jährlich im Wintersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Angewandte Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	Mathematische Stochastik und Finanzmathematik
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Wahrscheinlichkeitstheorie (S. 71)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studierenden sind vertraut mit dem wahrscheinlichkeitstheoretischen Konzept des stochastischen Prozesses – Die Studierenden können reale Phänomene durch stochastische Prozesse modellieren – Die Studierenden lernen zentrale Aussagen aus dem Bereich der stochastischen Prozesse und können sie anwenden, auch im Hinblick auf eine Verbindung mit der Analysis.
Inhalt	Martingale und deren Konvergenz, *Optional Sampling* und Stoppsatz für Martingale, grundlegende Klassen zeitstetiger stochastischer Prozesse wie Poisson-Prozess, Brownsche Bewegung, Lévy-Prozesse und Markov-Prozesse, sowie deren Eigenschaften
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– H. Bauer: *Wahrscheinlichkeitstheorie.* 4. Auflage, De Gruyter 1991. – L. Breiman: *Probability.* Addison-Wesley 1968. – O. Kallenberg: *Foundations of Modern Probability.* Springer 2002. – A. Klenke: *Wahrscheinlichkeitstheorie.* Springer 2006. – D. Williams: *Probability with Martingales.* Cambridge Mathematical Textbooks, Cambridge University Press 1991.
Verantwortlich	Geschäftsführender Direktor der Abteilung für Mathematische Stochastik

Dozenten	Lerche, Pfaffelhuber, Rüschendorf und weitere Dozenten der Abteilung für Mathematische Stochastik
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23V-11.. THEMEN DER ALGEBRA, GEOMETRIE UND ZAHLENTHEORIE 9 ECTS

Häufigkeit	in etwa jährlich
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	Algebra und Zahlentheorie
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Grundkenntnisse in Algebra, etwa erworben durch eine der Vorlesungen „Kommutative Algebra und Einführung in die Algebraische Geometrie“ (S. 51) oder „Algebra und Zahlentheorie“ (S. 33)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schritlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse eines Spezialgebietes aus dem Bereich der Algebra, der algebraischen Geometrie oder der Zahlentheorie. Sie kennen die Bezüge zu den Inhalten der Grundvorlesungen, kennen typische Beispiele und sind am Ende der Vorlesung in der Lage, sich in ein Thema für eine forschungsnahe Masterarbeit einzuarbeiten.
Inhalt	Einführung in wechselnde Spezialthemen mit Bezug zur aktuellen Forschung. Beispiele: – Algebraische Flächen – Algebraische Gruppen – Liesche Algebren und ihre Darstellungen – Algebraische Zahlentheorie – Einführung in die Theorie der Schemata

Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	wird jeweils im Kommentierten Vorlesungsverzeichnis und zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

Verantwortlich	Huber-Klawitter, Kebekus, Soergel
Dozenten	Huber-Klawitter, Kebekus, Soergel
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch
Bemerkungen	Die LSF-Nummer hängt von der konkreten Ausprägung der Vorlesung ab

07LE23M-1520 THEORIE UND NUMERIK PARTIELLER DIFFERENTIALGLEICHUNGEN I — 9 ECTS

Häufigkeit	in der Regel jährlich im Wintersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Angewandte Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	Angewandte Analysis und Numerik

Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen (S. 41)
*nützliche Vorkenntnisse**	Funktionalanalysis (S. 45)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt

Qualifikationsziele	Die Studierenden erlernen Diskretisierungstechniken für parabolische partielle Differentialgleichungen und nichtlineare Erhaltungsgleichungen. Sie sind in der Lage, diese Verfahren für Modellsituationen zu analysieren. Algorithmen zur Lösung von Variationsungleichungen, adaptive Verfahren und iterative Lösungsmethoden können von ihnen umgesetzt werden.

Inhalt	Zeitabhängige Differentialgleichungen, insbesondere parabolische Differentialgleichungen oder nichtlineare Erhaltungsgleichungen sowie ausgewählte Kapitel der Themen Erhaltungsgleichungen, Adaptivität, Variationsungleichungen, iterative Lösungsmethoden
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– D. Braess: *Finite Elemente: Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie.* Springer 2013. – G. Dziuk: *Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen.* De Gruyter 2010. – D. Kröner: *Numerical Methods for Conservation Laws.* Vieweg und Teubner 1997. – V. Thomee: *Galerkin finite element methods for parabolic problems.* Springer 2010.

Verantwortlich	Geschäftsführender Direktor der Abteilung für Angewandte Mathematik
Dozenten	Bartels, Kröner, Růžička und weitere Dozenten der Abteilung für Angewandte Mathematik
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch
Bemerkungen	Unregelmäßig gibt es begleitend zur Vorlesung eine Praktische Übung, die zusätzlich im Wahlmodul angerechnet werden kann – siehe Seite 78.

07LE23M-1530 THEORIE UND NUMERIK PARTIELLER DIFFERENTIALGLEICHUNGEN II — 9 ECTS

Häufigkeit	unregelmäßig im Sommersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Angewandte Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	Angewandte Analysis und Numerik

Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen (S. 41)
*nützliche Vorkenntnisse**	Funktionalanalysis (S. 45)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	in Abhängigkeit vom Modul, für das die Vorlesung verwendet wird: – im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung

Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	Die Studierenden beherrschen die Diskretisierung und numerische Analyse anspruchsvoller partieller Differentialgleichungen der Kontinuumsmechanik.
Inhalt	Zeitabhängige Systeme von nichtlinearen Differentialgleichungen, insbesondere Navier-Stokes-Gleichungen oder nichtlineare Systeme von Erhaltungsgleichungen sowie ausgewählte Kapitel der Themen Systeme von Differentialgleichungen, numerische Methoden in der Festkörpermechanik, geometrische partielle Differentialgleichungen
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– P. G. Ciarlet: *Mathematical Elasticity*. Elsevier 1994. – D. Kröner: *Numerical Methods for Conservation Laws*. Vieweg und Teubner 1997.
Verantwortlich	Geschäftsführender Direktor der Abteilung für Angewandte Mathematik
Dozenten	Bartels, Kröner, Růžička und weitere Dozenten der Abteilung für Angewandte Mathematik
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch
Bemerkungen	Unregelmäßig gibt es begleitend zur Vorlesung eine Praktische Übung, die zusätzlich im Wahlmodul angerechnet werden kann – siehe Seite 79.

07LE23M-1370	**TOPOLOGIE**	**9 ECTS**
Häufigkeit	in der Regel alle zwei Jahre im Sommersemester, im jährlichen Wechsel mit elementarer Differentialgeometrie	
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester	
Verwendbarkeit	– *Lehramt Mathematik (GymPO 2010)*: Wahlpflichtmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: im Modul „Reine Mathematik“ und im Wahlmodul	
Studienschwerpunkt	Geometrie und Topologie	
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen	
*notwendige Vorkenntnisse**	Lineare Algebra I, Analysis I, II	
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h	

Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung und an der Klausur
Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse der allgemeinen und algebraischen Topologie. Sie können mit abstrakten Konzepten wie Funktorialität und universellen Eigenschaften umgehen. – Die Studierenden können topologische Methoden in anderen Gebieten der Mathematik wie zum Beispiel Algebra, Analysis oder Geometrie anwenden.
Inhalt	– Topologische Grundbegriffe (Hausdorffräume, Lemmata von Urysohn und Tietze, Abzählbarkeitsaxiome, Kompaktheit, Zusammenhang) – Konstruktion von Topologien (Unterräume, Produkte, Summen, Quotienten) – Homotopien, Fundamentalgruppe, Satz von Seifert-van Kampen – Überlagerungen, Liftungssätze, universelle Überlagerung – Kategorien, Funktoren, universelle Eigenschaften
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– T. tom Dieck: *Algebraic Topology.* EMS textbooks in mathematics, European Mathematical Sociecty 2008. – K. Jänich: *Topologie.* 8. Auflage, Springer 2008. – A. Hatcher: *Algebraic Topology.* 13$^{\text{th}}$ printing, Cambridge University Press 2010. – B. v. Querenburg: *Mengentheoretische Topologie.* 3. Auflage, Springer 2001. – E. H. Spanier: *Algebraic Topology.* Korrigierter Nachdruck, Springer 1995. – L. A. Steen, J. A. Seebach Jr: *Counterexamples in Topology.* 2. Auflage, Springer 1978. – R. Stöcker, H. Zieschang: *Algebraische Topologie: Eine Einführung.* 2. Auflage, Teubner 1994.
Verantwortlich	Goette
Dozenten	Bangert, Goette, Huber-Klawitter, Soergel, Wendland, Ziegler
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1280 VARIATIONSRECHNUNG 9 ECTS

Häufigkeit	in der Regel jährlich im Wintersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9 – *MSc Mathematik (PO 2014)*: in den Modulen „Reine Mathematik“, „Mathematik“, im Wahlmodul und ggf. – in Absprache mit dem Prüfer – im Vertiefungsmodul

Studienschwerpunkt	Analysis
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Analysis III, Funktionalanalysis (S. 45)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung und ggf. an der Klausur
Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	Die Studenten können die direkte Methode der Variationsrechnung anwenden, um Minimierer von Funktionalen zu konstruieren. Sie können die Euler-Lagrange Gleichung und andere notwendige Bedingungen begründen. Sie kennen analytische Techniken bei Verlust an Kompaktheit, und den geometrischen Hintergrund.
Inhalt	– Eindimensionale Variationsrechung – Euler-Lagrange-Gleichungen – Konvexe Funktionale und Unterhalbstetigkeit – Existenz von Minimierern – Variationsprobleme mit Nebenbedingungen – kompensierte Kompaktheit und die konzentrierte Kompaktheit – Mountain-Pass-Lemma – Anwendungen: Existenz von Geodätischen, H-Flächen
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– M. Struwe: *Variational Methods*. 2. Auflage, Springer 1996.
Verantwortlich	Wang
Dozenten	Bangert, Bartels, Kröner Kuwert, Růžička, Wang
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23M-1610 WAHRSCHEINLICHKEITSTHEORIE 9 ECTS

Häufigkeit	in der Regel jährlich im Wintersemester
Umfang	4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *Lehramt Mathematik (GymPO 2010)*: Wahlpflichtmodul – *BSc Mathematik (PO 2012)*: geeignet für den Bachelor-Studiengang, siehe Hinweis Seite 9

	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: im Modul „Angewandte Mathematik“ und im Wahlmodul
Studienschwerpunkt	Mathematische Stochastik und Finanzmathematik
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	Analysis III
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 80 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 190 h
Prüfungsleistung	im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung; in allen anderen Modulen: zusätzliche mündliche Prüfung
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung und ggf. an der Klausur
Anmeldung	in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studierenden sind vertraut mit grundlegenden stochastischen Modellen und wahrscheinlichkeitstheoretischen Fragestellungen auf maßtheoretischer Grundlage. – Sie kennen Herleitungen für die klassischen Grenzwertaussagen in der Wahrscheinlichkeitstheorie. – Sie können mit den Grundbegriffen der Wahrscheinlichkeitstheorie umgehen.
Inhalt	allgemeiner Wahrscheinlichkeitsraum, Produkträume, Zufallsvariable, 0-1-Gesetze, Gesetz der großen Zahlen, zentraler Grenzwertsatz, schwache Konvergenz, charakteristische Funktionen, bedingte Erwartungen
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Literatur	– L. Breiman: *Probability.* Addison-Wesley 1968. – A. Klenke: *Wahrscheinlichkeitstheorie.* Springer 2006. – A. N. Shiryaev: *Probability.* 2. Auflage, Springer 1996. – J. Wengenroth: *Wahrscheinlichkeitstheorie.* De Gruyter 2008.
Verantwortlich	Geschäftsführender Direktor der Abteilung für Mathematische Stochastik
Dozenten	Lerche, Pfaffelhuber, Rüschendorf und weitere Dozenten der Abteilung für Mathematische Stochastik
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

2.4 Weitere Mathematik-Veranstaltungen für das Wahlmodul

Es gibt ein semesterweise wechselndes Angebot von zweistündigen Spezialvorlesungen, welche meist von Privatdozenten und Habilitanden gehalten werden. Diese Vorlesungen geben je nach Umfang der Übung 3 bis 6 ECTS-Punkte und können im Wahlmodul angerechnet werden. Da diese Vorlesungen meist einmalig angeboten werden, sind keine konkreten Modulbeschreibungen angelegt; nähere Informationen enthält jeweils das kommentierte Vorlesungsverzeichnis.

`http://www.math.uni-freiburg.de/lehre/v/`

Um einen Eindruck zu erhalten, folgt hier das Angebot an zweistündigen Spezialvorlesungen der letzten zwei Jahre:

SS 2014
- Statistisches Lernen (6 ECTS-Punkte)
- Credit Risk (6 ECTS-Punkte)
- Interest Rate Theory (6 ECTS-Punkte)
- Numerik für Differentialgleichungen (5 ECTS-Punkte)
- Einführung in die Theorie der Homogenisierung (3 ECTS-Punkte)

WS 2013/14
- Futures and Options (6 ECTS-Punkte)
- Theorie und Numerik für Systeme von hyperbolischen Erhaltungsgleichungen (6 ECTS-Punkte)
- Konvergenz von zufälligen Graphen (3 ECTS-Punkte)

SS 2013
- Descriptive Set Theory (6 ECTS-Punkte)
- Einführung in die Geometrische Maßtheorie und Minimalflächen (6 ECTS-Punkte)
- Numerik für Differentialgleichungen (5 ECTS-Punkte)
- Einführung in die Theorie der Homogenisierung (3 ECTS-Punkte)
- Gruppenoperationen auf algebraischen Varietäten (3 ECTS-Punkte)
- Markov-Ketten (6 ECTS-Punkte)
- Minimalflächen (6 ECTS-Punkte)
- Modelltheorie und Anwendungen (3 ECTS-Punkte)

WS 2012/13
- Discontinuous Galerkin finite element methods for elliptic and parabolic problems (6 ECTS-P.)
- Futures and Options (6 ECTS-Punkte)
- Mean curvature flow (6 ECTS-Punkte)
- Nichtstandard–Analysis (3 ECTS-Punkte)

07LE23V-3...	**ZWEISTÜNDIGE SPEZIALVORLESUNG MIT ZWEISTÜNDIGER ÜBUNG** **6 ECTS**
Häufigkeit	unregelmäßig die konkreten Vorlesungen werden meist nur einmal angeboten
Umfang	2 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: Wahlmodul Bei geeigneter Ergänzung auch als Teil der Module „Angewandte Mathematik“, „Reine Mathematik“, „Mathematik“ oder des Vertiefungsmoduls: – im Fall der Module „Angewandte Mathematik“ und „Reine Mathematik“ muss die Vorlesung thematisch in diese Bereiche passen; – Verwendung im Vertiefungsmodul nur nach Absprache mit dem Prüfer! – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	kann in allen Studienschwerpunkten auftreten
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	hängen von der einzelnen Veranstaltung ab und werden im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekanntgegeben
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 60 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 120 h
Prüfungsleistung	– im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – falls im Modul „Angewandte Mathematik“, „Reine Mathematik“, „Mathematik“ oder im Vertiefungsmodul verwendet: mündliche Prüfung über den gesamten Stoff des Moduls (siehe bei der Beschreibung des Moduls)
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studierenden kennen die Inhalte einer mathematischen Spezialvorlesung aus einem beliebigen Teilbereich der Mathematik; sie sind mit den darin vermittelten Konzepten und Begriffen vertraut. – Die Studierenden können typische Aufgaben aus dem Bereich der Vorlesung selbständig lösen, sie können die darin vorkommenden Beweise und ggf. Algorithmen verstehen, nachvollziehen und erklären.
Inhalt, Literatur	hängen von der einzelnen Veranstaltung ab und werden im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekanntgegeben
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Dozenten	alle Dozenten des Mathematischen Instituts
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; bisweilen Englisch

07LE23V-4...	**ZWEISTÜNDIGE SPEZIALVORLESUNG MIT EINSTÜNDIGER ÜBUNG** 5 ECTS
Häufigkeit	unregelmäßig die konkreten Vorlesungen werden meist nur einmal angeboten
Umfang	2 SWS Vorlesung und 1 SWS Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: Wahlmodul Bei geeigneter Ergänzung auch als Teil der Module „Angewandte Mathematik", „Reine Mathematik", „Mathematik" oder des Vertiefungsmoduls: – im Fall der Module „Angewandte Mathematik" und „Reine Mathematik" muss die Vorlesung thematisch in diese Bereiche passen; – Verwendung im Vertiefungsmodul nur nach Absprache mit dem Prüfer! – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	kann in allen Studienschwerpunkten auftreten
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	hängen von der einzelnen Veranstaltung ab und werden im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekanntgegeben
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Übung, Sprechstunde*) 50 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung und der Tutorate, Bearbeiten der Übungsaufgaben*) 110 h
Prüfungsleistung	– im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – falls im Modul „Angewandte Mathematik", „Reine Mathematik", „Mathematik" oder im Vertiefungsmodul verwendet: mündliche Prüfung über den gesamten Stoff des Moduls (siehe bei der Beschreibung des Moduls)
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an der Übung
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studierenden kennen die Inhalte einer mathematischen Spezialvorlesung aus einem beliebigen Teilbereich der Mathematik; sie sind mit den darin vermittelten Konzepten und Begriffen vertraut. – Die Studierenden können typische Aufgaben aus dem Bereich der Vorlesung selbständig lösen, sie können die darin vorkommenden Beweise und ggf. Algorithmen verstehen, nachvollziehen und erklären.
Inhalt, Literatur	hängen von der einzelnen Veranstaltung ab und werden im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekanntgegeben
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11
Dozenten	alle Dozenten des Mathematischen Instituts
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; bisweilen Englisch

Bemerkungen	die Übung kann einstündig und wöchentlich oder zweistündig und 14-täglich durchgeführt werden

07LE23V-5...	**ZWEISTÜNDIGE SPEZIALVORLESUNG OHNE ÜBUNG 3 ECTS**
Häufigkeit	unregelmäßig die konkreten Vorlesungen werden meist nur einmal angeboten
Umfang	2 SWS Vorlesung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik (PO 2014)*: Wahlmodul Bei geeigneter Ergänzung auch als Teil der Module „Angewandte Mathematik", „Reine Mathematik", „Mathematik" oder des Vertiefungsmoduls: – im Fall der Module „Angewandte Mathematik" und „Reine Mathematik" muss die Vorlesung thematisch in diese Bereiche passen; – Verwendung im Vertiefungsmodul nur nach Absprache mit dem Prüfer! – *BSc Mathematik (PO 2012)*: bei geeigneten Vorkenntnissen im Wahlpflichtbereich Mathematik, siehe Hinweis Seite 9
Studienschwerpunkt	kann in allen Studienschwerpunkten auftreten
Teilnahmebedingung	keine formalen Teilnahmebedingungen
*notwendige Vorkenntnisse**	hängen von der einzelnen Veranstaltung ab und werden im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekanntgegeben
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Vorlesung, Sprechstunde*) 30 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Vorlesung*) 60 h
Prüfungsleistung	– im Wahlmodul: keine Prüfungsleistung, nur Studienleistung – falls im Modul „Angewandte Mathematik", „Reine Mathematik", „Mathematik" oder im Vertiefungsmodul verwendet: mündliche Prüfung über den gesamten Stoff des Moduls (siehe bei der Beschreibung des Moduls)
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige und aktive Teilnahme an der Vorlesung und geeignete Überprüfung der Lernergebnisse am Ende des Semester (z. B. schriftliche oder mündliche Fragen zur Vorlesung)
Anmeldung	– in allen Modulen: Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit; – in den Modulen mit Abschlussprüfung erfolgt eine zusätzliche Anmeldung zur Prüfungsleistung schriftlich im Prüfungsamt
Qualifikationsziele	– Die Studierenden kennen die Inhalte einer mathematischen Spezialvorlesung aus einem beliebigen Teilbereich der Mathematik; sie sind mit den darin vermittelten Konzepten und Begriffen vertraut. – Die Studierenden können typische Aufgaben aus dem Bereich der Vorlesung selbständig lösen, sie können die darin vorkommenden Beweise und ggf. Algorithmen verstehen, nachvollziehen und erklären.
Inhalt, Literatur	hängen von der einzelnen Veranstaltung ab und werden im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekanntgegeben
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11

Dozenten	alle Dozenten des Mathematischen Instituts
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; bisweilen Englisch

07LE23S-...-2..	**SEMINAR**	**6 ECTS**

	Im Wahlmodul können weitere mathematische Seminare absolviert werden. Die Modulbeschreibung ist identisch mit der Beschreibung der Module „Mathematisches Seminar A und B“ auf Seite 23 bis auf folgende Änderung:
Prüfungsleistung	keine
Studienleistungen	– 60- bis 90-minütiger Vortrag – weitere Studienleistungen werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige Teilnahme am Seminar und aktive Mitarbeit
Bemerkungen	– Es dürfen im Wahlmodul mehrere Seminare absolviert werden und in verschiedenen Semestern auch Seminare gleichen Namens, sofern der Inhalt verschieden ist. – Die Nummer der Seminare im LSF setzt sich folgendermaßen zusammen: auf 07LE23S- folgt ein Semesterkürzel, dann das Kennzeichen „2“ für Seminare, ein Kennzeichen für den Studienschwerpunkt (1: Algebra, 2: Analysis, 3: Geometrie, 4: Logik, 5: Numerik, 6: Stochastik) und eine laufende Nummer.

07LE23Ü-1515	**PRAKTISCHE ÜBUNG ZU „EINFÜHRUNG IN THEORIE UND NUMERIK PARTIELLER DIFFERENTIALGLEICHUNGEN“**	**3 ECTS**

*Häufigkeit**	regelmäßig im Wintersemester, begleitend zur Vorlesung „Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen“ (Seite 41)
Umfang	2 SWS Praktische Übung über ein Semester
*Verwendbarkeit**	– *BSc Mathematik (PO 2012)*: Wahlmodul – *MSc Mathematik (PO 2014)*: Wahlmodul
Studienschwerpunkt	Angewandte Analysis und Numerik
*Teilnahmebedingung**	– keine formalen Teilnahmebedingungen – die Vorlesung „Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen“ sollte gleichzeitig gehört werden oder schon absolviert sein
*notwendige Vorkenntnisse**	zusätzlich zu den Voraussetzungen der Vorlesung: elementare Programmierkenntnisse C und MATLAB
*Arbeitsaufwand**	– Kontaktzeit (*Übungen im PC-Pool, Besprechung der Aufgaben*) 30 h – Selbststudium (*Bearbeiten der Übungsaufgaben, Vor- und Nacharbeiten*) 60 h
*Prüfungsleistung**	keine

*Studienleistung**	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige Teilnahme und erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben
*Anmeldung**	Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung: online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die in der Vorlesung erlernten numerischen Verfahren praktisch umsetzen und deren Eigenschaften experimentell untersuchen.
*Inhalt**	In der praktischen Übung zur Vorlesung werden die in der Vorlesung entwickelten und analysierten Algorithmen praktisch umgesetzt und getestet. Dies erfolgt in der Programmiersprache C sowie mit Hilfe der kommerziellen Software MATLAB zur Lösung und Visualisierung mathematischer Probleme.
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11 Die Praktischen Übungen werden im PC-Pool der Abteilung für Angewandte Mathematik durchgeführt; die nötige Software steht zur Verfügung.
Verantwortlich	geschäftsführender Direktor der Abteilung für Angewandte Mathematik
*Dozenten**	Bartels, Kröner und weitere Dozenten der Abteilung für Angewandte Mathematik
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23Ü-1525 PRATIKSCHE ÜBUNG ZU „THEORIE UND NUMERIK PARTIELLER DIFFERENTIALGLEICHUNGEN I“ 3 ECTS

Häufigkeit	unregelmäßig; begleitend zur Vorlesung „Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen I“ (Seite 67)
Umfang	2 SWS Praktische Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik*: Wahlmodul
Studienschwerpunkt	Angewandte Analysis und Numerik
Teilnahmebedingung	– keine formalen Teilnahmebedingungen – die Vorlesung „Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen I“ sollte gleichzeitig gehört werden oder schon absolviert sein
*notwendige Vorkenntnisse**	zusätzlich zu den Voraussetzungen der Vorlesung: elementare Programmierkenntnisse C und MATLAB
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Übungen im PC-Pool, Besprechung der Aufgaben*) 30 h – Selbststudium (*Bearbeiten der Übungsaufgaben, Vor- und Nacharbeiten*) 60 h
Prüfungsleistung	keine
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige Teilnahme und erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben
Anmeldung	Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit

Qualifikationsziele	Die Studierenden können die in der Vorlesung erlernten numerischen Verfahren praktisch umsetzen und deren Eigenschaften experimentell untersuchen.
Inhalt	In der praktischen Übung zur Vorlesung werden die in der Vorlesung entwickelten und analysierten Algorithmen praktisch umgesetzt und getestet. Dies erfolgt in der Programmiersprache C sowie mit Hilfe der kommerziellen Software MATLAB zur Lösung und Visualisierung mathematischer Probleme.
Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11 Die Praktischen Übungen werden im PC-Pool der Abteilung für Angewandte Mathematik durchgeführt; die nötige Software steht zur Verfügung.
Verantwortlich	geschäftsführender Direktor der Abteilung für Angewandte Mathematik
Dozenten	Bartels, Kröner und weitere Dozenten der Abteilung für Angewandte Mathematik
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23Ü-1535 PRAKTISCHE ÜBUNG ZU „THEORIE UND NUMERIK PARTIELLER DIFFERENTIALGLEICHUNGEN II“ 3 ECTS

Häufigkeit	unregelmäßig; begleitend zur Vorlesung „Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen II“ (Seite 68)
Umfang	2 SWS Praktische Übung über ein Semester
Verwendbarkeit	– *MSc Mathematik*: Wahlmodul
Studienschwerpunkt	Angewandte Analysis und Numerik
Teilnahmebedingung	– keine formalen Teilnahmebedingungen – die Vorlesung „Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen II“ sollte gleichzeitig gehört werden oder schon absolviert sein
*notwendige Vorkenntnisse**	zusätzlich zu den Voraussetzungen der Vorlesung: elementare Programmierkenntnisse in C und MATLAB
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Übungen im PC-Pool, Besprechung der Aufgaben*) 30 h – Selbststudium (*Bearbeiten der Übungsaufgaben, Vor- und Nacharbeiten*) 60 h
Prüfungsleistung	keine
Studienleistungen	werden vom Dozenten bekanntgegeben; in der Regel regelmäßige Teilnahme und erfolgreiches Bearbeiten der Übungsaufgaben
Anmeldung	Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit
Qualifikationsziele	Die Studierenden können die in der Vorlesung erlernten numerischen Verfahren praktisch umsetzen und deren Eigenschaften experimentell untersuchen.
Inhalt	In der praktischen Übung zur Vorlesung werden die in der Vorlesung entwickelten und analysierten Algorithmen praktisch umgesetzt und getestet. Dies erfolgt in der Programmiersprache C sowie mit Hilfe der kommerziellen Software MATLAB zur Lösung und Visualisierung mathematischer Probleme.

Materialien	siehe Hinweise auf Seite 11 Die Praktischen Übungen werden im PC-Pool der Abteilung für Angewandte Mathematik durchgeführt; die nötige Software steht zur Verfügung.

Verantwortlich	geschäftsführender Direktor der Abteilung für Angewandte Mathematik
Dozenten	Bartels, Kröner und weitere Dozenten der Abteilung für Angewandte Mathematik
Unterrichtssprache	in der Regel Deutsch; eventuell auch Englisch

07LE23T-xxx-581 LERNEN DURCH LEHREN 3 ECTS

Häufigkeit	jedes Semester
Umfang	siehe unter „Studienleistungen“
Verwendbarkeit	– *BSc Mathematik (PO 2012)*: Wahlmodul – *MSc Mathematik (PO 2014)*: Wahlmodul

Teilnahmebedingung	Teilnehmen können alle Studierenden im BSc- und im MSc-Studiengang Mathematik, die sich erfolgreich um eine Tutoratsstelle zu einer Mathematikvorlesung im selben Semester beworben haben (mindestens eine zweistündige oder zwei einstündige Tutorate über das ganze Semester)
*notwendige Vorkenntnisse**	keine (abgesehen von den für das jeweilige Tutorat notwendigen Vorkenntnissen)
Arbeitsaufwand	– Kontaktzeit (*Einfürungsveranstaltung, Tutorenbesprechungen, gegenseitige Tutoratsbesuche, Nachbesprechung*) 30 h – Selbststudium (*Vorbereitung und Nacharbeiten der Tutorate, Schreiben des Abschlussberichts*) 60 h
Prüfungsleistung	keine
Studienleistungen	– Teilnahme an der Einführungsveranstaltung in der ersten Vorlesungswoche – regelmäßige Teilnahme an der Tutorenbesprechung – zwei gegenseitige Tutoratsbesuche mit einem anderen Modulteilnehmer, welcher nach Möglichkeit die gleiche Vorlesung tutoriert, oder zwei Besuche durch den betreuenden Assistenten und Austausch über die Erfahrungen (die Zuteilung der Paarungen erfolgt bei der Einführungsveranstaltung) – Schreiben eines Erfahrungsberichts, der an den betreuenden Dozenten geht
Anmeldung	– online-Belegung der Veranstaltung über das LSF vor Vorlesungsbeginn – Anmeldung zur Verbuchung der Studienleistung: online innerhalb der Anmeldefrist während der Vorlesungszeit

Qualifikationsziele	– Die Studierenden erwerben Kompetenzen in der Anleitung von Kleingruppen von Studierenden der Mathematik. – Durch die Tutoratsbesuche erhalten und geben sie eine unabhängige kritische Rückmeldung. – Sie reflektieren ihre Erfahrungn im schriftlichen Erfahrungsbericht. – Sie intensivieren ihre Kenntnisse des in der Veranstaltung behandelten mathematischen Gebiets.

Inhalt	– Reflektion über Inhalt und Methoden der zu mathematischen Vorlesungen angebotenen Übungsgruppen im Zuge eines selbst gehaltenen Tutoriums anhand z. B. externer Besuche und Besprechungen. – Der konkrete mathematische Inhalt hängt von der Veranstaltung ab, zu der das Tutorium angeboten wird.
Verantwortlich	der Studiendekan des Mathematischen Instituts
Dozenten	alle Dozenten des Mathematischen Instituts, welche in dem betreffenden Semester Mathematik-Vorlesungen halten, zu denen Tutorate angeboten werden
Unterrichtssprache	Deutsch
Bemerkung	In der LSF-Nummer steht für „...“ ein Kürzel für das laufende Semester.

2.5 Veranstaltungen anderer Fächer für das Wahlmodul

Das Wahlmodul bietet insbesondere die Möglichkeit, ein Anwendungs- oder Nebenfach aus dem Bachelor-Studium fortzuführen oder Veranstaltungen aus anderen Fächern zu absolvieren, die das entsprechende Anforderungsniveau haben. Nicht gestattet ist es, ein neues Anwendungsfach auf Bachelor-Niveau zu beginnen; es ist aber möglich (mit Ausnahme von Biologie), sich die nötigen Vorkenntnisse selbständig anzueignen.

Für die Standard-Anwendungsbereiche des Freiburger Bachelor-Studiengangs in Mathematik folgt eine Liste für das Wahlmodul freigegebener Veranstaltungen. Grundsätzlich gestattet sind außerdem fachwissenschaftliche Veranstaltungen eines Faches, die in einem Master-Studiengang des betreffenden Faches angerechnet werden können (also z. B. eine wirtschaftswissenschaftliche Veranstaltung, die in einem wirtschaftswissenschaftlichen Master-Studiengang angerechnet werden kann), vorausgesetzt das betroffene Fach ist bereit, Studierende der Mathematik in die Veranstaltung aufzunehmen.

Falls Sie Interesse an einer Veranstaltung haben und nicht klar ist, ob diese im Wahlmodul angerechnet werden kann, entscheidet der Fachprüfungsausschuss bzw. sein Vorsitzender. Bitte kontaktieren Sie diesen frühzeitig:

`http://home.mathematik.uni-freiburg.de/pruefungsamt`

Anwendungsbereich Biologie

Falls Biologie Anwendungsfach im Bachelor-Studiengang war, können im Wahlmodul des Master-Studiengangs weitere Veranstaltungen, über das Anwendungsfach hinausgehende Veranstaltungen aus folgender Liste besucht werden. Aus Kapazitätsgründen können keine neuen Studierenden zu Veranstaltungen der Biologie zugelassen werden.

- Biochemie, Mikrobiologie und Immunbiologie (8 ECTS-Punkte)
- Entwicklungsbiologie (8 ECTS-Punkte)
- Grundlagen der Botanik (8 ECTS-Punkte)
- Grundlagen der Genetik und Molekularbiologie (6 ECTS-Punkte)
- Grundlagen der Zoologie (8 ECTS-Punkte)
- Ökologie (8 ECTS-Punkte)
- Physiologie (8 ECTS-Punkte)

Anwendungsbereich Informatik

Besonders in Betracht kommen insbesondere folgende Kursvorlesungen (je 6 ECTS-Punkte):

- Softwaretechnik
- Datenbanken und Informationssysteme
- Algorithmentheorie
- Bildverarbeitung und Computergraphik
- Rechnerarchitektur
- Künstliche Intelligenz

Darüberhinaus gibt es ein wechselndes Angebot an Spezialvorlesungen (je 6 ECTS), die bei Interesse und entsprechenden Vorkenntnissen ebenfalls in Betracht kommen.

Anwendungsbereich Physik

Geeignet sind folgende Vorlesungen:

- Experimentalphysik III (Spezielle Relativitätstheorie, Optik, Quantenphysik und Atomphysik) (8 ECTS-Punkte)
- Experimentalphysik IV (Atom-, Molekül- und Festkörperphysik) (8 ECTS-Punkte)

- Experimentalphysik V(Kern- und Elementarteilchenphysik) (8 ECTS-Punkte)
- Theoretische Physik II (Lagrange- und Hamilton-Mechanik, Spezielle Relativitätstheorie) (6 ECTS-Punkte)
- Theoretische Physik III (Elektrodynamik, Optik und Relativitätstheorie) (8 ECTS-Punkte)
- Theoretische Physik IV (Quantenmechanik) (8 ECTS-Punkte)

Anwendungsbereich Wirtschaftswissenschaften

Es können weiterführende Vorlesungen besucht werden, die über die Grundmodule in BWL bzw. VWL hinausgehen. Mögliche Veranstaltungen, die auch für die Spezialisierung „Finanzmathematik“ in Frage kommen, sind etwa:

Allgemeine Pflichtmodule des *Master in Economics* für die Profillinie *Finance*:

- Advanced Macroeconomics I: business cycles, growth
- Advanced Macroeconomics II: (re-)distribution, politics
- Advanced Microeconomics I: general equilibrium
- Advanced Microeconomics II: games and decisions
- Economic Policy and Public Choice
- Computational Economics
- Econometrics

Spezielle Pflichtmodule des *Master in Economics* für die Profillinie *Finance*:

- Principles of Finance

Spezielle Wahlpflichtmodule des *Master in Economics* für die Profillinie *Finance*:

- Constitutional Economic Policy
- International Political Economics
- International Trade
- Social/Public Choice Theory
- Economics of Social Justice
- Conflict Economics
- Poltitical Economy of Economic Policy Reform
- Industrial Economics
- International Monetary Economics
- Resource Allocation and Competition Policy
- Institutional Design/ Institutional Economics
- Theory of Regulation
- Economics of Information
- Trade Policy
- Environmental Economics
- Law and Economics
- Organizational Economics
- Corporate Governance
- Seminars on Selected Subjects
- Public Economics
- Labour Economics
- Microeconometrics
- Time Series Analysis
- Modelling of Bounded Rationality and Information

Die Module haben meist einen Leistungsumfang von 4 oder 6 ECTS-Punkten; manche gibt es in beiden Ausprägungen.

3 Typische Studienverläufe in den Schwerpunktgebieten

Hinweis: In diesem Abschnitt sind zur Orientierung typische Studienverläufe in den sechs Schwerpunktgebieten angegeben. Je nach individuellen Vorkenntnissen und Interessen und dem Vorlesungsangebot können die tatsächlichen Studienverläufe auch ganz anders aussehen.

Bitte nehmen Sie in jedem Fall frühzeitig Kontakt zur Studienfachberatung und zu den Dozenten des Schwerpunktgebiets auf, in dem Sie sich spezialisieren möchten, um einen individuellen Studienplan zu besprechen – insbesondere, wenn Sie nicht die typischen Voraussetzungen aus dem Bachelor-Studium erfüllen.

3.1 Studienschwerpunkt: Algebra und Zahlentheorie

Dozenten: Huber-Klawitter, Kebekus, Soergel

Beratung: Studienfachberatung der Abteilung für Reine Mathematik, siehe
`www.math.uni-freiburg.de/lehre/studienberatung.html`

Aufgrund der breit gefächerten Interessen des Schwerpunktgebiets sind vielfältige Studienverläufe möglich; die konkrete Gestaltung kann jederzeit mit den Dozenten besprochen werden.

Veranstaltungen:

Zum Studienschwerpunkt „Algebra und Zahlentheorie“ gehören, neben Seminaren und Proseminaren:

- Algebra und Zahlentheorie, Seite 33
- Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie (*KommA*), Seite 51
- Themen der Algebra, Geometrie und Zahlentheorie (*ThAGZ*), Seite 66

sowie die ebenfalls zum Studienschwerpunkt „Geometrie und Topologie“ gehörigen Veranstaltungen

- Funktionentheorie, Seite 46
- Funktionentheorie II (z. B. Riemannsche Flächen, Modulformen, Seite 47)
- Topologie, Seite 69
- Algebraische Topologie, Seite 34
- Differentialtopologie, Seite 40
- Differentialgeometrie I, Seite 35

Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls:

Die Zusammensetzung muss mit dem Prüfer abgesprochen werden; typischerweise wird verlangt:

- zwei der Vorlesungen „Themen der algebraischen Geometrie“ in verschiedenen Ausprägungen
- eine Vorlesung „Themen der algebraischen Geometrie“ und „wissenschaftliches Arbeiten“

Typische Voraussetzungen für eine Master-Arbeit:

- etwa vier bis fünf Veranstaltungen aus dem Schwerpunktgebiet

Beispielhafte Studienverläufe:

Mögliche Voraussetzungen aus dem Bachelor-Studium:				
	Funktionentheorie Riemannsche Flächen	Topologie Algebraische Topologie	*KommA* *ThAGZ*: Algebraische Gruppen Seminar „Darstellung von Lie-Algebren“	Algebra und Zahlentheorie Proseminar „elementare Zahlentheorie“
Mögliche Fortsetzung im Master-Studium:				
1. und 2. Semester	*KommA* *ThAGZ*: birationale Geometrie	*ThAGZ*: D-Moduln Wiss. Arbeiten „Kategorie $\mathcal{O}$“	Topologie Algebraische Topologie	*KommA* *ThAGZ*: algebraische Zahlentheorie
3. Sem.	„Wissenschaftliches Arbeiten“ oder weitere Vorlesung aus dem Schwerpunktgebiet Seminar aus dem Schwerpunktgebiet			
4. Sem.	Master-Arbeit			
sinnvolle Ergänzungen:				
Neben der Vertiefung sollte die Basis erweitert werden, ggf. durch Nachholen der Vorlesungen:				
	Algebra und Zahlentheorie, *KommA*, Funktionentheorie, Topologie			

3.2 Studienschwerpunkt: Analysis

Dozenten: Kuwert, Wang

Beratung: Studienfachberatung der Abteilung für Reine Mathematik, siehe
`www.math.uni-freiburg.de/lehre/studienberatung.html`

Veranstaltungen:
Zum Studienschwerpunkt „Analysis“ gehören:

- Funktionalanalysis, Seite 45
- Nicht-lineare Funktionalanalysis, Seite 59
- Variationsrechnung, Seite 70
- Partielle Differentialgleichungen I, Seite 60
- Partielle Differentialgleichungen II, Seite 60
- Geometrische Analysis, Seite 48
- Geometrische Maßtheorie, Seite 50

Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls:
Die Zusammensetzung muss mit dem Prüfer abgesprochen werden.

Beispielhafte Studienverläufe:

Typische Voraussetzungen aus dem Bachelor-Studium:	
	„Analysis III“ „Funktionalanalysis“ „Variationsrechnung“ „Partielle Differentialgleichungen I“
Fortsetzung im Master-Studium z. B.:	
1.-3. Semester	„Geometrische Analysis“ je nach Angebot: „Partielle Differentialgleichungen II“ (unregelmäßig), „Geometrische Maßtheorie“ (unregelmäßig) oder „Wissenschaftliches Arbeiten“ Seminare aus dem Schwerpunktgebiet
4. Semester	Master-Arbeit
sinnvolle Ergänzungen:	
	„elementare Differentialgeometrie“ oder „Differentialgeometrie“ „Funktionentheorie“

3.3 Studienschwerpunkt: Angewandte Analysis und Numerik

Dozenten: Bartels, Kröner, Růžička

Beratung: Studienfachberatung der Abteilung für Angewandte Mathematik, siehe
`www.math.uni-freiburg.de/lehre/studienberatung.html`

Veranstaltungen:
Zum Studienschwerpunkt „Angewandte Analysis und Numerik“ gehören:

- Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen, Seite 41

- Praktische Übung zu Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen, Seite 77
- Funktionalanalysis, Seite 45
- Nicht-lineare Funktionalanalysis, Seite 59
- Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen I, Seite 67
- Praktische Übung zu Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen I, Seite 78
- Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen II, Seite 68
- Praktische Übung zu Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen II, Seite 79

Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls:

Die Zusammensetzung muss mit dem Prüfer abgesprochen werden; typischerweise wird verlangt:

- Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen I + II
- „Nicht-lineare Funktionalanalysis" und „Wissenschaftliches Arbeiten"

Typische Voraussetzungen für eine Master-Arbeit

- „Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen"
- „Funktionalanalysis"
- „Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen I oder II"

Beispielhafte Studienverläufe:

Typische Voraussetzungen aus dem Bachelor-Studium:	
	„Numerik" „Analysis III" „Einführung die Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen" „Funktionalanalysis"
Bei Studienbeginn im Wintersemester z. B.:	
1. Semester	„Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen I" „Nicht-lineare Funktionalanalysis"
2. Semester	„Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen II"
3. Semester	„Wissenschaftliches Arbeiten" Seminar aus dem Schwerpunktgebiet
4. Semester	Master-Arbeit
Bei Studienbeginn im Sommersemester z. B.:	
1. Semester	(ergänzende Vorlesungen oder Nachholen typischer Voraussetzungen)
2. Semester	„Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen I" „Nicht-lineare Funktionalanalysis" Seminar aus dem Schwerpunktgebiet
3. Semester	„Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen II" „Wissenschaftliches Arbeiten" Seminar aus dem Schwerpunktgebiet
4. Semester	Master-Arbeit
sinnvolle Ergänzungen:	
	„Einführung in partielle Differentialgleichungen" (und Fortsetzungen) „Variationsrechnung" Praktische Übung zu „Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen I"

3.4 Studienschwerpunkt: Geometrie und Topologie

Dozenten: Bangert, Goette, Wendland, Scheidegger

Beratung: Studienfachberatung der Abteilung für Reine Mathematik, siehe
`www.math.uni-freiburg.de/lehre/studienberatung.html`

Veranstaltungen:
Zum Studienschwerpunkt „Geometrie und Topologie“ gehören:

- Elementare Differentialgeometrie, Seite 44
- Differentialgeometrie I, Seite 35
- Differentialgeometrie II: Riemannsche Geometrie, Seite 38
- Differentialgeometrie II: Komplexe Geometrie, Seite 36
- Differentialgeometrie II: Vektorbündel und Indextheorie, Seite 39
- Funktionentheorie II: Modulformen, Seite 47
- Topologie, Seite 69
- Algebraische Topologie, Seite 34
- Differentialtopologie, Seite 40

Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls:
Die Zusammensetzung muss mit dem Prüfer abgesprochen werden; typischerweise wird verlangt[6]:

- zwei der Vorlesungen: Differentialgeometrie I, II, Algebraische Topologie, oder vergleichbare Vorlesungen
- eine dieser Vorlesungen und „Wissenschaftliches Arbeiten“

Beispielhafte Studienverläufe:
siehe nächste Seite

[6] Bereits im Bachelor gehörte Vorlesungen dürfen nicht noch einmal geprüft werden

Typische Voraussetzungen aus dem Bachelor-Studium:	
	„Topologie“ und/oder „elementare Differentialgeometrie“ „Differentialgeometrie I“
Bei Studienbeginn im Wintersemester z. B.:	
1. Semester	ggf. „Differentialgeometrie I“ oder ergänzende Vorlesung (siehe unten)
2. Semester	„Differentialgeometrie II“ (oder alternatives Angebot aus dem Schwerpunktgebiet; siehe Liste oben) Seminar aus dem Schwerpunktgebiet
3. Semester	bei passendem Angebot: weiterführende Vorlesung aus dem Schwerpunktgebiet oder: „Wissenschaftliches Arbeiten“ Seminar aus dem Schwerpunktgebiet
4. Semester	Master-Arbeit
Bei Studienbeginn im Sommersemester z. B.:	
1. Semester	„Differentialgeometrie II“ (oder alternatives Angebot aus dem Schwerpunktgebiet; siehe Liste oben)
2. Semester	bei passendem Angebot: weiterführende Vorlesung aus dem Schwerpunktgebiet Seminar aus dem Schwerpunktgebiet
3. Semester	bei passendem Angebot: weiterführende Vorlesung aus dem Schwerpunktgebiet oder: „Wissenschaftliches Arbeiten“ Seminar aus dem Schwerpunktgebiet
4. Semester	Master-Arbeit
sinnvolle Ergänzungen:	
	„Funktionentheorie“ Vorlesungen aus den Bereichen: Analysis, algebraische Geometrie, Lie-Gruppen, Mathematische Physik

3.5 Studienschwerpunkt: Mathematische Logik

Dozenten: Mildenberger, Ziegler, Junker

Beratung: Studienfachberatung der Abteilung für Mathematische Logik, siehe
`www.math.uni-freiburg.de/lehre/studienberatung.html`

Veranstaltungen:
Zum Studienschwerpunkt „Mathematische Logik“ gehören:

- Mathematische Logik, Seite 52
- Mengenlehre I, Seite 54
- Mengenlehre II: Kardinalzahlen, Seite 55
- Mengenlehre II: Unabhängigkeitsbeweise, Seite 56
- Modelltheorie I, Seite 57
- Modelltheorie II, Seite 58

Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls:
Die Zusammensetzung muss mit dem Prüfer abgesprochen werden; typischerweise wird verlangt[7]:

- Mengenlehre I + II oder Modelltheorie I + II
- eine der Vorlesungen und „Wissenschaftliches Arbeiten“

Beispielhafte Studienverläufe:

Typische Voraussetzungen aus dem Bachelor-Studium:	
	„Mathematische Logik“ evtl. eine der Vorlesungen „Mengenlehre I“ oder „Modelltheorie I“
Bei Studienbeginn im Wintersemester z. B.:	
1. Semester	„Mengenlehre I“ oder „Modelltheorie I“ (je nach Angebot)
2. Semester	Fortsetzung der „Mengenlehre I“ bzw. „Modelltheorie II“ (je nach Angebot) Seminar aus dem Schwerpunktgebiet
3. Semester	„Wissenschaftliches Arbeiten“ Seminar aus dem Schwerpunktgebiet
4. Semester	Master-Arbeit
Bei Studienbeginn im Sommersemester z. B.:	
1. Semester	Fortsetzung der „Mengenlehre I“ bzw. „Modelltheorie I“ (je nach Angebot)
2. Semester	Seminar aus dem Schwerpunktgebiet
3. Semester	„Wissenschaftliches Arbeiten“ Seminar aus dem Schwerpunktgebiet
4. Semester	Master-Arbeit
sinnvolle Ergänzungen:	
	„Algebra und Zahlentheorie“ und Fortsetzungen algebraische Geometrie „Topologie“ (darin die mengentheoretische Topologie)

[7] Bereits im Bachelor gehörte Vorlesungen dürfen nicht noch einmal geprüft werden

3.6 Studienschwerpunkt: Mathematische Stochastik und Finanzmathematik

Dozenten: Lerche, Pfaffelhuber, Rüschendorf

Beratung: Studienfachberatung der Abteilung für Mathematische Stochastik, siehe
`www.math.uni-freiburg.de/lehre/studienberatung.html`

Veranstaltungen:
Zum Studienschwerpunkt „Mathematische Stochastik und Finanzmathematik“ gehören:

- Mathematische Statistik, Seite 53
- Stochastische Integration und Finanzmathematik, Seite 62
- Stochastische Prozesse, Seite 65
- Wahrscheinlichkeitstheorie, Seite 71

Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls:
Die Zusammensetzung muss mit dem Prüfer abgesprochen werden; typischerweise wird verlangt:

- zwei der Vorlesungen: Stochastische Prozesse, Stochastische Integration und Finanzmathematik, Mathematische Statistik
- eine dieser Vorlesungen und „Wissenschaftliches Arbeiten“

Beispielhafte Studienverläufe:

Typische Voraussetzungen aus dem Bachelor-Studium:		
	„Stochastik“ „Analysis III“ (Maßtheorie) „Wahrscheinlichkeitstheorie“	
Bei Studienbeginn im Wintersemester z. B.:		
1. Semester	„Stochastische Prozesse“, „Mathematische Statistik“ (je nach Angebot)	
2. Semester	„Mathematische Statistik“ (je nach Angebot) und/oder „Stochastische Integration und Finanzmathematik“ Seminar aus dem Schwerpunktgebiet	
3. Semester	„Wissenschaftliches Arbeiten“ Seminar aus dem Schwerpunktgebiet	
4. Semester	Master-Arbeit	
Bei Studienbeginn im Sommersemester z. B.:		
1. Semester	„Mathematische Statistik“, „Angewandte Statistik“, „Risikotheorie“, „Zeitreihenanalyse“ (je nach Angebot)	
2. Semester	„Stochastische Prozesse“	
3. Semester	„Stochastische Integration und Finanzmathematik“ und/oder „Mathematische Statistik“ (je nach Angebot) Seminar aus dem Schwerpunktgebiet	
4. Semester	Master-Arbeit	
sinnvolle Ergänzungen:		
	– Markovketten – Asymptotische Statistik – Futures and Options	– Populationsmodelle – Statistische Kerntheorie – Analyse von Algorithmen